FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1968

N° 1086

THÈSE

pour le

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

Par Jean-François BOCQUET

Externe des Hôpitaux de Paris
Interne des Hôpitaux de Tours

Né le 28 Avril 1943 à Tours (Indre-et-Loire)

Présentée et soutenue publiquement le : Décembre 1968

ACTUALITÉS EN INFORMATIQUE MÉDICALE

Président : Monsieur Jean BOYER, Professeur

IMPRIMERIE NOUVELLE
13, RUE DE LA BOURDE
37 - TOURS

F A C U L T E de M E D E C I N E de P A R I S

Année 1968 N°

T H E S E

pour le

D O C T O R A T en M E D E C I N E

(Diplôme d'état)

par

Jean-François BOCQUET

Externe des Hôpitaux de PARIS
Interne des Hôpitaux de TOURS

Né le 28 Avril 1943 à TOURS (Indre et Loire)

Présentée et soutenue publiquement le 7 Décembre 1968.

ACTUALITES EN INFORMATIQUE MEDICALE

Président : Monsieur Jean BOYER , Professeur

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM.Alajouanine (T.),Aubin (A.),Bénard (H.),Binet (L.)Bulliard(H. Cathala (J.), Chabrol (E.),Chailley-Bert(P.) Debré (R.) Fey (B) , Galliard (H.),Gaudart d'Allaines (F.de),Gennes (L.de),Halphen(E.), Hazard (R.), Heuyer (G.),Laroche (G.),Lavier (G.),Lelong (M.), Lévy-Solal (E.),Lian (C.),Marchal (G.),Mathieu (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Pasteur Vallery-Radot,Petit-Dutailli (D).Piédelièvre(R.) Quénu(J.) Renard (G.),Richet (C),Senéque(J.), Strohl (A.),Tanon (L.),Verne (J.).

DOYEN .....Georges BROUET.

1er ASSESSEUR ..... Daniel BARGETON

2e ASSESSEUR ..... Jean GOSSET

I.—— PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a)Professeurs titulaires: MM.

Anatomie.....DELMAS.(A.)
Anatomie et cytologie pathologiques.....DELARUE(J.)
Anesthésiologie.....BAUMANN(J.)
Bactériologie et virologie..... TOURNIER(P.)
Biochimie médicale..... JAYLE(M.F.)
-- ..... POLONOVSKI(J.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports ..... MALMEJAC (J.)
Biologie médicale.....FAUVERT (R.)
Biophysique médicale.....BUGNARD (L.)
-- .....DOGNON (A.)
.....DJOURNO (A.)
Cancérologie médicale et sociale..... DENOIX (P.)
Chimie pathologique..... SCHAPIRA (G.)
Embryologie.....TUCHMANN (H.)
Génétique fondamentale..... LEJEUNE (J.)
Histoire de la Médecine et de la chirurgie..... COURY (Ch.)
Histologie..... GIROUD (A.)
Hygiène et médecine préventive..... BOYER (J.)
Médecine du Travail.....DESOILLE (H.)
Médecine Légale.....DEROBERT (L.)
Microbiologie(Bactériologie et virologie)..... FASQUELLE(R.)
Parasitologie..... BRUMPT (L.C.)
Pathologie-chirurgicale..... LAURENCE (G.)
-- ..... KUSS (R.)
-- ..... VERNE (J.M.)
Pathologie exotique ..... N...
Pathologie expérimentale et comparée..... MERKLEN(F.P.)
Pathologie médicale..... LAROCHE (Cl.)
-- ..... BRICAIRE (H.)
-- ..... PEQUIGNOT (H.)
Pathologie respiratoire ..... TURIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales..... N...
Pharmacologie..... CHEYMOL (J.)
-- .....LEVY (Mlle J.)

MM.

Physiologie..... .....BARGETON (D.)
-- ..... PARROT (J.)
Physiologie et pathologie obstétricales..... . LEPAGE (F.)
Radiologie médicale..... DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale CAUCHOIX (J.)
Thérapeutique..... CONTE (M.)
Thérapeutique appliquée..... LAMOTTE (M.)

b) Professeurs à titre personnel:

Anatomie anthropologique.....OLIVIER (G.)
Anatomie pathologique .....NEZELOF (Ch.)
Bactériologie..... .....BARBIER (P.)
Biochimie médicale..... DESGREZ (P.)
DREYFUS (J-Cl.)
Biochimie médicale..... BOURLIERE (F.)
Histologie.....COUJARD (R.)
Parasitologie.....LARIVIERE (M.)
Pathologie expérimentale..... LOEPER (J.)
Physiologie..... RICHET (G.)
DEJOURS (P.)
ROUCAYROL (J.Cl.)
SCHERRER (J.)
KELLERSHOHN (L.)
Physique médicale..... GOUGEROT (L.)
TUBIANA (M.)
Radiologie médicale ..... FISCHGOLD (H.)

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires : MM.

Clinique carcinologique chirurgicale(Necker)... REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais) .....SOULIE (P.)
-- -- (Boucicaut) .....LENEGRE (J.)

Cliniques chirurgicales....
- Beaujon.....LORTAT-JACOB(J.L)
- --- .....N...
- Cochin..... LEGER (L.)
- Hôtel Dieu..... PATEL (J.)
- Saint-Antoine... GOSSET(J.)
- Salpêtrière..... SICARD (A.)
- Tenon.....OLIVIER (Cl.)

Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin).....MERLE d'AUBIGNE(R
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Foch) ..... PADOVANI (P.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants malades).....FEVRE (M.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire(Broussais)DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire(Laennec) MATHEY (J.)
Clinique dermatologique (Saint Louis)..... DUPERRAT (F.)
Clinique endocrinologique (Pitié)..... DECOURT (J.)
Clinique de Génétique Médicale(Enfants malades)..LAMY (M.)
Clinique Gynécologique (Broca).....HUGUIER (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (ST.Louis) DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants(Enfants Malades)TURPIN (R.)
Clinique des maladies infectieuses(Claude-Bernard)MOLLARET(P.)

MM.

Clinique des maladies mentales et de l'ancé-
phale (Saint Anne)..... ..DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)... ... HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)..... BERNARD (J.)
Clinique des maladies du système nerveux(Salpêtrière)CASTAIGNE (P.)

Cliniques médicales.....
- Bicêtre..... DEPARIS (M.)
- Broussais..... MILLIEZ (P.)
- Cochin..... BROUET (G.)
- Hôtel-Dieu..... BARIETY (M.)
- Lariboisière..... SEZE (S.de)
- Pitié..... DREYFUS -G.)
- Saint-Antoine..... KOURILSKY(R.)
- Saint-Antoine.....BOUDIN (G.)

-Clinique d'hydrologie et de climatologie(Bichat).. DEBRAY (Ch.)
Clinique médicale infantile et pédiatrie sociale
(Enfants malades).....MARIE (J.)
Clinique médicale propédeutique(Broussais).....JUSTIN-BESANCO
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des
maladies de la nutrition(Hôtel Dieu).....DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie(Pitié).....DAVID (M.)
Clinique neurologique (Salpêtrière).....GARCIN (R.)

Cliniques obstétricales
- Baudelocque .....LACOMME (M.)
- Saint Antoine .....MERGER (R.)

Clinique obstétricale et gynécologique(Port-Royal)..VARANGOT(J.)
Clinique ophtalmologique(Hotel Dieu).....OFFRET (G.)
--- --- (Cochin).....BREGEAT (P.)
Clinique oto-rhino-laryngologique(Lariboisière) ....AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie.....MOZZICONACCI(P
Clinique de pédiatrie et de puériculture(St.Vincent
de Paul).....THIEFFRY (S.)
Clinique de pneumo(phtisiologie(Laennec.....BERNARD (E.)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpétrière)MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale(Cochin)COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Salpêtrière).....DECHAUME(M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale(Vaugirard).....ROUX (M.)
Clinique thérapeutique médicale(St Antoine).....LEMAIRE(A.)
Clinique Toxicologique.....GAULTIER(M.)
Clinique traumatologique et orthopédique(R.Poincaré)JUDET (R.)
Clinique urologique (Cochin).....ABOULKER(P.)
- - (Necker).....COUVELAIRE(R.)
Hygiéne et clinique de la première enfance(Trousseau)LAPLANE (R.)
Sémiologie médicale (A.Chantin).....DOMART (A.)
- - (Lariboisière)..... BOUVRAIN(Y.)
- - (Pitié) ..... RAMBERT(P.)
- - (Rothschild)..... WOLFROMM(R.)
Sémiologie et clinique chirurgicales(Broussais)... POILLEUX(F.)

b)Professeurs à titre personnel:

Hématologie.....ANDRE (R.)
BOUSSER(J.)
Hydrologie et climatologie.....GIBERTON(A.)
Maladies infectieuses .....BASTIN (R.)

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549932_0046

	MM.
Médecine	AZERAD.(E.) BOUR (H.) CABROL (Ch.) GROSSIORD (A.) LAMBLING (A.) LAUNAY (Cl.) PAYET (M.) PERRAULT (M.) SIGUIER (F) WORMS (R.)
Neuro-chirurgie	LE BEAU (J.)
Neurologie	LHERMITTE (F.)
Neuro-psychiatrie	PICHOT (P.)
Oto-Rhino Laryngologie	MADURO (R.)
Pédiatrie	POLONOVSKI(Cl) ROYER(P.)
Pneumo-Phtisiologie	KREIS (B.) MEYER (A.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)

II.——PROFESSEURS SANS CHAIRE

	MM.		MM.
Anatomie pathologique	GOUYGOU(Ch)	Hématologie	BILSKI-PASQUIER(B.)
Anesthésiologie	VOURC'H(G.)	Maladies infectieuses	DUPONT (V.)
Bactériologie	CHRISTOL(D.)	Physique médicale	COURSAGET(J.) GREMY (F.)
Biochimie médicale	CARTIER(P.) GONNARD(P.)	Physiologie	GIRARD (Fr.)
Biologie médicale	HARTMANN(L.)	Stomatologie	CHAPUT(MmeA.)
		Thérapeutique	CHASSAGNE(P.)

III.——PROFESSEURS DETACHES DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES .

Bactériologie.....HAUDUROY(P.)Pr.s.ch
Pathologie chirurgicale.....RUDLER(J.)Pr.s.ch.

IV.——PROFESSEUR ASSOCIE

Statistique médicale et épidémiologie..SCHWARTZ (D.)

Secrétaire général de la Faculté..... M.LENA(J.)
Conseillers Administratifs..... Melle CHAINTREUIL(G.)M.FAYE(R.)
Conservateur en Chef de la Bibliothèque
Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine..... M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateurs ..... Melle DUMAITRE(P.),LAURENT(H.)
LE NOIR(G.)
Bibliothécaires..... Mmes CONTET(J.),FORGET(F.)
Melles DUROZOY(M.F.)ROBERGE(D.)
Dr.SCHILLER(J.)

Par délibération du date du 9 Décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

MEIS et AMICIS

A la Mémoire de ma Mère

A Mon Père

en témoignage d'affection filiale et de ma très grande reconnaissance pour tout ce qu'il a fait pour moi.

A Ma Soeur Anne

qui est pour moi une seconde Mère

A Ma Soeur Catherine

qui est l'étincelle de notre cellule familiale.

A Monsieur P. SCHIGETTI,

Journaliste Scientifique,

A Toi, Ami cher et sincère
qui a la chance de pouvoir naviguer
dans les infinis espaces de la Science
Pure, mais qui sait ne pas oublier les
chemins sinueux de l'amitié humaine .

A Monsieur le Docteur H. de LAUTURE
Délégué dans les fonctions d'Agrégé
à la Faculté de Médecine et de Pharmacie
de TOURS,

qui nous a inspiré le sujet
de cette Thèse , et nous a
aidé de ses précieux conseils.

A mes Maîtres des Hôpitaux de PARIS

Stagé - Externat - Externat en 1 er -

A mes Maîtres du C.H.U. de TOURS

et en particulier

A Monsieur le Professeur Pierre BOULARD,
Professeur d'Hygiène et de Médecine Préventive,
Chevalier des Palmes Académiques.

A mon Maître,

Monsieur le Professeur Jean BOYER
Professeur d'Hygiéne et de Médecine Préventive
à la Faculté de Médecine de PARIS
Membre de l'Académie Nationale de Médecine
Officier de la Légion d'Honneur
Officier de la Santé Publique,

Qui nous a fait le très grand
Honneur de présider cette Thèse.

En témoignage de notre profond
respect et de notre gratitude .

S O M M A I R E

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE

- PRINCIPES DU TRAITEMENT AUTOMATIQUE DE L'INFORMATION -

A/ LES TECHNIQUES DE BASE UTILISEES

- Le codage de l'information Page 5
- L'électronique Page 7
- Le Système binaire Page 10
- Le Calcul logique Page 17
- Les Mémoires Page 22
- Les Traitements Mécanographiques Page 24
- Adresses, Instructions, Programmes Page 27

B/ LES STRUCTURES DE BASE DES ORDINATEURS

- Les unités périphériques Page 33
- L'unité centrale Page 35
- Caractéristiques et performances des ordinateurs Page 37

C/ LES POSSIBILITES DES ORDINATEURS

- Les traitements multiples Page 42
- Le temps réel et le multiaccé Page 46
- La programmation et les langages Page 47
- Les problèmes et leur traitement Page 53
- La transmission de l'information Page 56

.../...

DEUXIEME PARTIE

- APPLICATIONS MEDICALES D' AUJOURD'HUI ET DE DEMAIN -

A/ INFORMATIQUE ET EXAMENS DE LABORATOIRE

1- Traitement statistique du dosage biologique de la Thyreostimuline hypophysaire Page 62

2- Centres de transfusion sanguine Page 63

3- Laboratoire de cytodiagnostic de l'Hopital Universitaire de Lund. Page 65

4- Dosages biologiques automatiques au Edimbourg Royal Infirmary Page 67

5- Dosages biologiques à l'Université du Wilconsir Page 67

6- Dosages biologiques à l'Hopital Général Perth Amboy Page 68

7- Dosages biologiques à l'Hopital Roslagstulls à Stockolm Page 68

8- Dosages biologiques et biophysiques à la Kaiser Foundation Page 69

9- Dosages biologiques -biophysiques et analyse des E.C.G. au Laboratoire du Docteur Guigan Page 70

10- Calcul des temps de traitement en radiothérapie à l'Institut Gustave Roussy Page 71

11- Calcul des temps de traitement à l'Hopital d'Orebro (Suède) Page 72

12- Analyse Automatique d'Images(Système FIDAC) en Génétique Page 73

13- Analyse Automatique d'Images radiologiques (Système MEDEVA) en Suéde Page 74

14- Analyse Automatique d'Images à l'Université de Californie Page 74

.../...

B/ INFORMATIQUE ET SURVEILLANCE DES MALADES

1- Capteurs isolés-Surveillance Centralisée-Monitoring Page 76

2- Surveillance cardiaque à l'Hôpital de Lariboisière Page 77

3- Unité de surveillance intensive de Los-Angeles Country Hospital Page 78

4- Le monitoring du Presbyterian Médical Center de San Francisco Page 78

5- Etudes analogiques de constantes sanguines Page 78

6- Expérience de Précontinent III Page 80

C/ INFORMATIQUE ET RECHERCHE

1- Utilisation d'un petit calculateur dans un centre de recherche biologique Page 82

2- Analyse des E.C.G. Page 83

3- Informatique et recherche Génétique Page 84

4- Informatique et recherches Neuropsychia - triques Page 85

5- En recherche diverse au Talmage Mémorial Hospital Page 89

6- En recherches diverses au Technological - Drexel Institute Page 90

D/ INFORMATIQUE DOSSIER MEDICAL ET INFORMATION

1- Dossier Médical Page 91

2- Documentation de la National Library of Médecine Page 95

3- Information du Médecin Praticien Page 97

4- Informatique et Pédagogie Page 99

.../...

E/ INFORMATIQUE ET GESTION HOSPITALIERE

1- Le Centre Médical de Porto-Rico Page 106

2- Le Kettering Memorial Hospital Page 109

3- Le Centre Médical Monmouth à Long-Branch (New-Jersey) Page 110

4- Dans le département du Val d'Oise Page 111

5- Dans les Carolines du Nord et du Sud Page 114

6- L'Assistance Publique de Paris Page 114

7- L'Hôpital Danderyd Page 116

8- Le Baylor University Collége of Médecine et le Texas Institute for rehabilitation and research (Tirr) Page 117

9- L'Hopital Général du Massachussets Page 120

F/ INFORMATIQUE ET EPIDEMIOLOGIE

1- Travaux de Johannes Ipsen Page 122

2- Action de l'O.M.S. Page 123

3- Le Fichier Vétérinaire de l'Ecole d'Alfort Page 124

4- Le Bureau des Statistiques de Santé au Ministère des Affaires Sociales Page 124

5- L'exploitation des Examens de Santé à la Caisse Primaire d'Assurance Maladie de la Gironde Page 125

6- Le traitement des informations à Ann Arbor Page 125

7- L' I D E M Page 126

8- L' I N S E R M Page 127

CONCLUSION

Glossaire Page 132

PREMIERE PARTIE .

PRINCIPES DU TRAITEMENT AUTOMATIQUE DE L ' INFORMATION . -

INTRODUCTION .-

Il est fréquent qu'une thése soit conçue comme une relation entre des expériences connues et se présente comme une contribution à de nouvelles hypothèses ; la motivation et la demande de départ sont , dans le cas présent , différentes.

En effet, tout au long de nos études médicales , tant en Faculté qu'à l'hôpital , toutes imprégnées de semiologie, de pathologie, de thérapeutique , comment ne pas être frappé par la dimension croissante que prend l'information dans les divers domaines où elle a déjà acquis ses lettres de noblesse?

La vigueur et la puissance de travail des ordinateurs qui sont considérés par les uns comme une panacée, par d'autres comme un dangereux robot qui risque de deshumaniser la médecine , soulèvent à cet égard un problème à la fois intéressant et mystérieux.

Nous avons donc essayé d'appronfondir les relations entre médecins et ordinateurs, afin de dégager les apports, comme les limites , de ces nouveaux outils de travail d'un monde de demain.

De ce fait cette thèse ne se présentera pas comme un tout développant peu à peu l'idée qui la justifie , mais comme un inventaire , comme nous le montre le schéma.

Nous verrons (2) que l'ordinateur est,avant toutes choses , une machine à travailler sur des fichiers. Il était donc tentant de concevoir cette brève étude comme un fichier , conduisant du connu au moins connu, du simple au complexe , tout comme l'enseignement programmé (3) fait progresser la connaissance par la présentation logique , souple et adaptée

.../...

de"phases " successives, dont chacune éclaire aussi simplement que possible un aspect élémentaire de l'ensemble.

Nous remerçions ici tous ceux dont nous avons utilisé et cité les documents de base.

"Nous vivons à une époque où jamais l'information n'a été plus humblement nécessaire".

(Claudel)

L'identité d'un malade, son sexe, son âge, ses antécédents constituent des informations , c'est à dire des réalités utiles et nécessaires pour individualiser le malade et préciser son passé.Le dialogue médecin-malade et les données de l'examen , effectué sur ce dernier, permettent de recueillir les premières informations que constituent la symptomatologie somatique.

Partant de ces sources, le médecin qui a rassemblé dans son esprit un maximum de connaissances acquises au cours de ses études , ou de l'exercice de sa profession par l'observation de cas semblables , proches ou très différents , regroupe les symptomes en syndromes , puis peut s'orienter vers des diagnostics qu'il appuie par les résultats d'autres informations qui sont les examens demandés aux spécialistes : précliniques, paracliniques, postcliniques.

Passant alors au traitement, il applique les informations thérapeutiques qu'il connait aux informations diagnostiques qu'il a recueillies et dont il a fait la synthèse : c'est la rédaction de l'ordonnance . Celle-ci constitue à son tour une série d'informations, données au malade, au pharmacien , aux laboratoires et aux services hospitaliers pour ne citer que les principaux protagonistes.

Toutes les informations ci-dessus peuvent être regroupées et soumises à des traitements statistiques et autres très divers, pour créer de nouvelles catégories d'informations utilisables pour l'acte médical individuel ou pour une action collective.

.../...

L'information peut donc être définie comme un "message" portant sur un fait élémentaire : celui-ci peut être un nom, un signe, une date , une dose, une intervention, une trace élémentaire d'enregistreur, un prix de journée ...

On peut considérer deux sortes d'information : Indépendamment de leur objet ou contenu .

- celles qui sont distinctes , nettement individualisées, que l'on peut notamment exprimer et décompter sous forme numérique : c'est l'information numérique.

-celles qui sont évolutives , continues, que l'on évalue par analogie.

Les premières sont exprimées comme étant des ensembles ou multiples d'unités connues et lesopérations effectuées sur elles peuvent être exactes , c'est à dire rigoureusement vraies Les autres sont mesurables par approximation et les résultats obtenus sont simplement précis , c'est à dire approchés avec un écart plus ou moins grand par rapport à la vérité : c'est l'information analogique. Les conséquences de cette distinction apparaitront plus loin.

A/ LES TECHNIQUES DE BASE UTILISEES

LE CODAGE DE L'INFORMATION

La notion de codage n'est pas à expliquer au médecin, le lycée lui a appris à désigner par " a " l'hypothénuse du triangle rectangle et la Faculté lui a enseigné bien des codes. Les relations continuelles avec la Sécurité Sociale et ses formules ne risquent pas de le lui faire oublier.

Le codage est évidemment différent suivant la catégorie de l'information, on en distingue trois principales:

- les informations alphabétiques: Noms,comptes-rendus lisibles,
- les informations numériques : Mesures.....
- les informations sur des faits élémentaires:Existence ou inexistence d'une information.

.../...

Le développementdu traitement automatique de l'information et des ordinateurs tient , à la base, à l'adoption d'un code unique pour l'expression de ces trois catégories d'informations: le codage numérique et sa traduction par des signaux normalisés, dont nous trouvons les prémices dans les réalisations des télégraphes de Chappe, puis de Morse.

Cette codification de l'information se matérialise par divers moyens :

-inscription sur des supports matériels lisibles , en une succession de nombres représentant chacun un caractère (lettre, chiffre ou signe.).

-Inscription de marques ou perforation de trous, dont la position et la succession traduisent les caractères correspondants,

-Emission de signaux électriques,

-Enregistrement de points magnétiques sur un support recouvert d'une mince couche de substance magnétisable.

En ce qui concerne les signaux électriques nous pouvons retrouver la même distinction qu'entre l'information numérique et l'information analogique: dans le premier cas chaque signal présente une caractéristique finie, comptable au moyen de dispositifs appropriés; dans le second cas les signaux ont des valeurs continues et sont proportionnels aux grandeurs correspondantes .Il est cependant possible de convertir ces signaux continus en signaux numériques ce qui ramène au cas précédent.

+

+ +

L' ELECTRONIQUE

Anticipant quelque peu sur la description des machines et de leurs circuits, nous rencontrons au départ le courant électrique destiné à servir de support aux signaux de codage et à leurs diverses manifestations, en particulier magnétiques, grâce auxquels les signaux mémoire peuvent être conservés et surtout modifiés selon les lois du calcul numérique ou celles de l'analyse logique (6).

L'accumulation des informations qui est une des caractéristiques les plus marquantes de l'activité humaine a pour corollaire l'éxistence de relations multiples et complèxes entre celles-ci ; une machine purement mécanique ne peut être envisagée pour enregistrer, traiter et exprimer un grand nombre d'informations (données, résultats, intermédiaire et définitifs) , en raison du nombre considérable de rouages qui seraient nécessaires et de la lenteur imposée par la force d'inertie qui en résulterait.

Il fallait trouver un agent petit, rapide , simple , fidèle et économique : ce fut l'électron. Rappelons que les sources d'électrons sont les lampes triodes, remplacées éventuellement par les semi conducteurs dont les plus connus sont les transistors , grâce à ce support, l'information va pouvoir défiler en milliardièmes de seconde et amplifier des énergies inférieures à 10^{-15} watts alors que l'homme n'est sensible qu'à des variations portant sur des dixièmes de millimétres ou de secondes .

.../...

La miniaturisation en électronique

S'il est un domaine où le caractère expérientiel du progrès depuis vingt ans , se marque bien, c'est celui de la miniaturisation extraordinaire des composants électroniques.

Tout a commencé par le désir d'avoir des composants plus petits, donc moins encombrants , consommant et chauffant moins, plus légers , plus aisés à fabriquer et à assembler, enfin moins couteux.

Les grosses lampes des postes radios ont alors fait place aux mignonettes grosses comme un gland...et un circuit binaire élémentaire (flip-flop) avait quelques 15 x 10 x 3 cm en 1955. Des dizaines , voir des centaines de ces circuits sont aujourd'hui " structurés " sur une plaquette de 1 mm^2 et cela ne fait que commencer.

Le terme de " génération " qui fait bien image, correspond à l'évolution qui part du " cerveau électronique " monumental, consommant des centaines de Kilowatts pour aboutir à l'ordinateur plusieurs milliers de fois plus puissant, mais beaucoup moins cher et dont l'unité centrale pourrait tenir dans une valise, un carton à chapeaux , voire un paquet de cigarettes . N'oublions pas à ce propos que l'homme , considéré comme un super ordinateur, dispose avec son cerveau d'une capacité de 10^{20} bits, alors que les mémoires électroniques les plus vastes n'en sont encore qu'à 10^{10} environ.

-La première génération fut donc celle des machines à tubes et permit de concevoir et réaliser les premières calculatrices électroniques entre 1945 et 1955.

-La seconde génération est celle du transistor, des circuits imprimés et des composants, circuits et blocs enfichables. Elle utilise des éléments très petits, mais toujours

.../...

individualisés (discrets) et séparés (assemblage).Elle perd du terrain depuis 1965.

- La troisième génération est celle des microcircuits en couche mince, où les composants intimes ne correspondent plus à des éléments distincts , mais à des différenciations crées au sein d'une matière spécialement traitée : impression successive de circuits et couches complexes, dépôt de matière sous vide, gravures répétées ....finalement séparation des circuits en plaquettes minuscules puis établissement des connexions externes et encapsulage dans une enveloppe hermétique.

Cette microminiaturisation s'accompagne de la suppression des opérations d'assemblage interne, d'une grande régularité (chaines de traitements automatiques) et d'une fiabilité beaucoup plus grande .

- La quatrième génération est celle des circuits LSI "Large scale intégration ".Elle sort déjà des laboratoires . Elle unit et développe dans toutes les directions les possibilités conjuguées des moyens les plus récents , des éléments les plus petits et des traitements les plus intimes de la matière. A ce niveau de complexité, c'est à l'ordinateur lui - même qu'est demandé la conception des circuits en fonction des informations disponibles.

Un principe de fabrication nouveau s'imposera peut - être : Au lieu d'étudier une réalisation individuelle spéciale pour chaque " macro-micro circuit " (grande capacité sous volume réduit) ne sera-t-il pas plus rentable de ne produire qu'un nombre réduit de " gigamicro circuits" universels différents et de n'utiliser éffectivement que les circuits internes réellement nécessaires.

Cette pratique revient à produire d'énormes quantités de hypercircuits incomplétement utilisés, compte tenu du fait qu'ils coûtent moins chers que des supercircuits spécialisés ayant un prix de revient supérieur.

.../...

Le corps médical adopte lui-même progressivement cette attitude , lorsqu'il soumet un consultant à un contrôle généralisé , réalisé en une seule série d'examens : cette visite systématiquede dépistage est plus rentable et plus sûre du fait de son exécution en une seule fois.

Parmi les moyens nouveaux de l'électronique, il y a l'appel à des matériaux organiques , à des molécules , ou même à des cellules vivantes. On commence en effet à comprendre le rôle de la cellule commesupport, élaborateur et transmetteur d'un grand nombre d'informations.

+

+ +

LE SYSTEME BINAIRE

Nous sommes tellement habitués à notre système décimal, que nous nous imaginons difficilement l'emploi d'autres systémes de numération. Examinons cependant un système des nombres qui serait déterminé par une base B., et par la formation d'une série de puissances de cette base allant de 0 à cette base moins un :

$N = a B^{0} + b B^{1} + C B^{2} + d B^{3}$ ou dans l'ordre traditionnel croissant de droite à gauche.

$N = d B^{3} + C B^{2} + b B^{1} + a B^{0}$, soit pour 14 3 6

14 3 6 en décimal $= 1.10^{3} + 4.10^{2} + 3.10^{1} + 6.10^{0}$

$D^{0} = 1.$

.../...

On peut envisager des bases supérieures à 10 (12, par exemple, où l'on convient que 10 = a et 11 = b) ou des bases inférieures à 10.

En octal (B= 8) 1436 s'exprimerait ainsi : $\underline{\underline{2}}.8^3 + \underline{\underline{6}}.8^2 + \underline{\underline{3}}.8^1 + \underline{\underline{4}}\ 8^0$

A la limite de la réduction du nombre des chiffres utilisés, il y a le système binaire, où l'on n'utilise que les valeurs 0 et 1, que les anglo américains, suivis par le reste du monde dénomment bits (+) .

Ainsi 14 3 6 en binaire (B=2) serait développé ainsi : $= 1.2^{10} = 0.2^9 + 1.2^8 + 1.2^8 + 1.2^7 + 0.2^6 + 0.2^5 + 1.2^4 + 1.2.^3 + 1.2^2 + 0.2^1 + 0.2^0$

Les avantages d'un pareil système sont nombreux :

- On n'utilise que 2 signaux nettement et aisément distincts: ce peut être la présence conjuguée à l'absence du signal, ou encore l'utilisation de deux signaux ayant des grandeurs très différentes : 1 volt et 3 volts, par exemple.

- Les circuits nécessaires à l'enregistrement et à la transmission de ces signaux sont simples, alors que le système décimal, par exemple , exigerait des dispositifs complexes et délicats pour distinguer des signaux pouvant présenter 10 états ou niveaux différents.

Dans les formules d'équivalence du nombre décimal : 14 3 6 , nous avons exprimé les nombres avec le signe de l'addition. Ce signe peut être omis, si l'on convient que les puissances successives seront toujours exprimées dans leur séquence

---

(+) Le terme bit est la contraction de binary digit, certains proposent de le traduire par bin en Français.-

.../...

croissante, c'est à dire à la même position à la gauche des unités (B^n)

On peut alors écrire

14 3 6 = 1 0 1 1 0 0 1 1 1 0 0

Chaque position de la droite vers la gauche représente en binaire deux fois la précédente, tout comme chaque position décimale représente 10 fois la précédente.

Les deux inconvénients du système binaire apparaissent immédiatement :

- l'expression binaire est environ 3 fois plus longue que l'expression décimale.

- l' expression binaire est pratiquement incaccessible à l'esprit humain qui doit faire très attention pour déceler une différence , par exemple , entre 14 3 6 ci-dessus et 1420 = 1 0 1 1 0 0 1 0 1 0 0 .

La première difficulté perd de son importance avec l'accroissement pratiquement illimité des mémoires et la rapidité électronique des organes.

La seconde concerne directement les rapports homme/ machine et suggère dès maintenant la nécéssité de langage facilitant et même permettant le dialogue (7)

Voici l'expression binaire de quelques nombres remarquables :

.../...

Les premières puissances de 2 -

P		P	K	
		10	1	1024
0	1	11	2	2048
1	2	12	4	4096
2	4	13	8	8192
3	8	14	16	16384
4	16	15	32	32768
5	32	16	64	65536
6	64	17	128	131072
7	128	18	256	262144
8	256	19	512	524288
9	512	20	1024	1048576
10	1024			

Notons qu'à partir de 2^{10} il est courant de s'exprimer en K, K désigne ainsi 1024 positions élémentaires : chifres binaires, caractères codes, positions de mots .

Ainsi 4 K = 4.096.

Les nombres de 1 à 10.000.000

	8421		8421		8421		168421		168421
0	0000	5	0101	10	1010	15	01111	20	10100
1	0001	6	0110	11	1011	16	10000	21	10101
2	0010	7	0111	12	1100	17	10001	22	110
3	0011	8	1000	13	1101	18	10010	23	10111
4	0100	9	1001	14	1110	19	10011	24	11000

1						0001
10						1010
100					0110	0100
1.000				0011	1110	1000
10.000			0010	0111	0001	0000
100.000		0001	1000	0110	1010	0000
1.000.000		1111	0100	0010	0100	0000
10.000.000	1001	1000	1001	0110	1000	0000

.../...

Dans un tel système il suffit d'un peu d'attention pour établir et se rappeler les tables d'addition et de soustraction binaire :

	b / a	0	1
A + B	0 1	0 1	1 1
A - B	0 1	0 1	1 0

Mais on préfère exécuter les soustractions par addition de compléments selon l'exemple suivant : (en décimal pour plus de clarté) : 4535 - 2823 = 4535 + (10.000 -2823) - 10.000,

La soustraction 10.000 - 2823 se ramène au calcul simple du complèment à 10^1 , soit 7177 . On additionne finalement ce résultat à 4535 et l'on éfface le 1 à gauche- En binaire , ce système permet de voir des circuits plus simples que ceux qui réalisent les retenues. Le complément à 1 ou négation (PASC 9) est électroniquement très simple.

Les tables de Multiplication et de division binaire sont les suivantes :

a \ b	0	1
0	0	0
1	0	1

TABLE DE MULTIPLICATION

a \ b	0	1
0		0
1		1

TABLE DE DIVISION .

Pratiquant le décalage habituel de la droite vers la gauche ainsi que les retenues (1 + 1= 0 et 1 de retenue) ; il devient possible d'éffectuer les opérations suivantes :

Addition :

```
  1001      9
+ 1011     11
 -----     --
 10100     20
```

Soustraction :

```
  1101    13
-  111  - 7
 ------   --
   110     6
```

Multiplication :

```
   101      5
   101      5
  -----   -----
   101
 101
 -----
 11001     25
```

Division :

```
11001 | 110   25:6
      |-----
00001 | 100    q=4
      |        R=1
```

Il est bon de s'arrêter au passage sur le détail de la multiplication binaire, qui revient purement et simplement à une succession de décalages et d'additions. Nous voyons en effet ci-dessus que la valeur initiale , 101, est décalée d'une position à gauche pour chaque puissance de 2.

Adoptant l'expression binaire des nombres de 0 à 9 et de tout autre nombre quelconque, nous pouvons exprimer un nombre comme une succession de nombres décimaux, codés chacun sous forme d'un groupe de 4 positions binaires. Nous avons ainsi un nombre décimal codé binaire (DCB) :

. Codage décimal usuel $1.10^3 + 4.10^2 + 3.10^1 + 6.10^0 = 143\ 6$

. Codage décimal codé binaire $1_2 .\ 10^3 + 4_2 . 10^2 + 3_2 . 10^1 + 6_2\ 10^0$

ou en supprimant l'indication des puissances de 10 :

1436 (DCB) = 0001. 0100 . 0011. 0110.

.../...

Un autre codage binaire mixte est le codage octal qui se déduit aisément du codage binaire pur en découpant ce dernier par tranches de 3 bits, en commençant par la droite :

. 14 3 6_{10} = 0_2 1 0 . 1 10_6.0 $_3$ 11. 100_4 = 2 6 3 4 (8)

chaque groupe de 3 bits constitue en effet une valeur octale extrêmement maniable .

Arrêtons ici cet exposé du système binaire, qui admet en fait bien des développements et des modifications destinés à en faciliter l'emploi et la sécurité.

Signalons seulement une tendance à étudier les possibilités des systèmes ternaires qui permettent entre autre le développement d'une logique à 3 états : oui/non/peut-être , ou oui/non/sait pas,ou plus grand/plus petit/égal au lieu de deux seulement (9) : oui/ non, égal/inégal, présent/absent.

+

+ +

LE CALCUL LOGIQUE

"Etre ou ne pas être .
Là est la question "
(Hamlet)

Les bits de la numération binaire ayant les deux seules valeurs 0 ou 1, l'on voit immédiatement qu'ils permettent, outre leur rôle numérique, de représenter un certain nombre de faits élémentaires, où il n'y a que deux possibilités caractérisées par la présence ou l'absence du fait considéré:

.../...

- La machine est en marche ou à l'arrêt ,
- Une porte est ouverte ou fermée,
- Une réponse est positive ou négative : oui/non.
- Un courant passe ou ne passe pas,
- Une salle est bruyante ou silencieuse ,
- La patiente présente ou ne présente pas tel signe,
- Tel syndrome comporte ou ne comporte pas tel signe,
- Une pièce de fer doux est ou n'est pas aimantée.

On conçoit intuitivement qu'une situation donnée peut être décomposée en un ensemble d'éléments choisis de façon telle que chacun ne puisse présenter que deux états , ce qui permet d'exprimer la situation par une succession univoque de 0 et de 1, si l'on convient que chaque élément possédera une place bien définie dans la suite choisie pour décrire la situation.

Par exemple :

	Sexe	Age	Fièvre	
1	H	Plus de 30 ans	oui	
0	F	Moins de 30 ans	non	
Monsieur X		28 ans	380	= 101

C'est l'anglais Boole (1815- 1869) qui explicita le premier comment on pouvait combiner de telles successions d'événements binaires, pour effectuer ce qu'il est convenu d'appeler des calculs logiques. Mais la similitude des mots employés, ne doit pas induire en erreur : une multiplication boolèenne, n'a rien à voir avec une multiplication numérique.

.../...

Les opérations booleennes .

La recherche systématique de toutes les fonctions réalisables avec deux variables binaires x et y permet d'exprimer 16 séries de 4 combinaisons différentes.

x	y
0	0
0	1
1	0
1	1

Seules quelques unes sont régulièrement étudiées et matérialisées par des circuits , que l'on peut assimiler à des contacteurs ou inverseurs placés en série ou en parallèle pour constituer un circuit logique, dont voiçi le rôle :

- Apporter une information donnée en amont état de x et (ou) de y.

- Fournir un ordre de sortie commandé pour l'ouverture ou la fermeture d'un circuit en aval.

La fonction oui indique l'identité, ou la régénération etc...

On a :

$S = a$

e	1
0	0
1	1

Dans la fonction P A S (en anglais NOT),on a :$S = \overline{e}$

la commande est l'opposé de la donnée. Nous avons déjà vu un de ses emplois pour la soustraction binaire (complémentation).

e	S
0	1
1	0

.../...

La fonction OU , peut avoir deux expressions différentes.
Pour la fonction OU inclusif, (en anglais OR), la commande a lieu si l'une ou l'autre des entrées est positive: $S=x+y$. Cette addition logique " réunion" peut-être suivie d'une négation, c'est à dire d'une opération PAS (c'est la fonction N (NOR) , $S= \overline{x+y}$.

		OR S	NOT S
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

Pour la fonction OU exclusif, la commande a lieu si l'une ou l'autre des entrées est positive, mais pas les deux ensemble :

$$S = x + y$$

On a une disfonction et non une soustraction logique .

x	y	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Pour la fonction ET (AND) , la commande a lieu si l'une ou l'autre des entrées sont positives .
On a : $S = x.y$.
Cette multiplication logique (intersection) peut elle aussi être suivie d'une négation. C'est la fonction NAND : $S = \overline{x.y}$.

x	y	AND S	NAND S
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Voici maintenant un exemple d'une intersection bit à bit entre deux "mots " . Le résultat est composé de 1 ou de 0 correspondant position pour position à :

- pour 1 2 "1"
- pour 0 tous les autres cas

.../...

Exemple :

a =	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1
b =	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
a-b =	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1

Il est visible que l'opération ci-dessus n'est en rien une multiplication numérique, mais effectue une comparaison, répondant elle-même à une certaine conception logique ou régle du jeu. Un résultat n'est possible, une décision n'est prise que si tel ensemble de conditions est et /ou n'est pas rempli, par exemple :

OU exclusif : Je n'irai voir tel film que si mes amis A ou B m'accompagnent mais pas avec les 2 ensemble.

ET : On peut penser a tel syndrome si les signes A,B C et D sont tous les 4 présents dans le cas considéré.

La combinaison de ces diverses concomittances, exclusions, négations et identités, constitue le calcul logique ou mathématique des comparaisons. Certaines des fonctions de base présentées ci-dessus sont négligées, pour des raisons de simplification des raisonnements et des circuits, tandis que l'emploi exclusif de certaines autres permet de formuler des solutions et de cabler des organes logiques dans les meilleures conditions d'éfficacité et d'économie.

+

+ +

LES MEMOIRES.

Il est nécessaire de disposer d'un moyen d'enregistrer les informations, pour les stocker et les restituer à un moment donné d'un cycle d'exploitation automatique. On peut distinguer ici les supports de l'information et les mémoires proprement dites .

L'information naturelle est transmise essentiellement par la voix et le dessin aux Oreilles et aux yeux ainsi qu'aux autres organes des sens. L'information qui nous intéresse peut être directement transmise à la machine d'exploitation ou transcrite sur un support intelligible par la machine , laquelle peut ensuite l'emmagasiner dans une mémoire interne et l'en sortir à vitesse ultra rapide.

C'est l'adjonction de cette fonction mémoire qui distingue l'ordinateur des machines à calculer proprement dites.

. La carte perforée est une carte de format unique (187x 82 mm) qui comprend 80 colonnes et 12 lignes.

Pour enregistrer un chiffre de 0 à 9 dans une colonne il suffit d'effectuer une perforation sur la ligne correspondante. Une lettre est représentée par deux perforations, et un signe par deux ou trois perforations dans des lignes fixées selon un code conventionnel.

. Le ruban perforé. peut posséder des perforations au nombre de 5 à 8 lignes ou carraux. Les codes correspondant à des combinaisons binaires. Il sert pour les transmissions

.../...

par téléscripteurs, et peut être un sous produit de la frappe dactylographique et du fonctionnement des machines à calculer et comptables.

. La bande magnétique : les perforations des rubans ci-dessus y sont matérialisées par l'aimantation ou la neutralité magnétique de " points " alignés en piste sur une bande enroulée sur une bobine ou formant une boucle sans fin.

. Le tambour magnétique: les informations y sont réparties à la surface d'un cylindre en bandelettes circonférentielles superposées.

. Le disque magnétique: les informations y sont réparties en anneaux circulaires concentriques.

. Le feuillet magnétique ; les informations y sont réparties en colonnes juxtaposées , sur des cartes elles-mêmes contenues dans des cassettes amovibles.

. Les tores magnétiques : de minuscules petits anneaux de matière magnétisable sont enfilés sur tout un réseau de fils , qu'on peut sélectivement magnétiser et lire, l'état d'un tore donné ou d'un ensemble élémentaire de tores formant une position mémoire.

. Les mémoires de laboratoire et de demain : on utilise déjà, étudie, prépare et envisage bien d'autres types de mémoires, notamment :

-les mémoires optiques: un quadrillage microscopique est noirci ou laissé transparent selon un code binaire...

-les mémoires cryogéniques : l'exploitation de circuits dans l'hélium liquide permet de supprimer et rétablir à volonté la résistance opposée par la matière au passage du courant électrique.

.../...

Pour l'utilisateur, la technologie des mémoires importe peu. Ce qui compte ce sont les caractéristiques (encombrement , prix, disponibilité , quantité) et les performances (capacité, vitesse de fonctionnement...) .Mais il faut commencer par bien se pénétrer de l'intérêt pratique offert par l'enregistrement unique des informations sur un support durable. Le fait de n'effectuer qu'un seul enregistrement (sur carte par exemple), supprime tous les recopiages lents et fastidieux , élimine toutes les erreurs de transcription et permet de réutiliser à tout moment l'information, ce qui assure à la fois sa permanence et l'infinie diversité des traitements, même de ceux qui ne sont pas prévus lors de sa création.

Signalons à ce propos que l'identité d'un malade est actuellement recopiée plus de 20 fois à la main ou à la machine dans un cas d'hospitalisation simple.

Un tableau récapitulatif des types de mémoire et de leurs caractéristiques est présenté pâge avec les performances des machines correspondamtes .

+

+ +

LES TRAITEMENTS MECANOGRAPHIQUES

Tout a commencé avec la famouse table de PYTHAGORE (500 av.J.C) mais il fallut attendre les 19 ans de PASCAL en 1642 pour avoir la machine à calculer qu'il inventa pour faciliter les calculs de Monsieur son Père, mais qui se limitait à l'addition.

.../...

C'est Thomas de COLMAR qui en 1880 inventa la machine à multiplier.

Le Père de la carte perforée fut HOLLERITH.Il mit au point une machine mécanographique déjà perfectionnée et qui permit de réaliser le premier recensement automatisé au monde en 1890, aux U.S.A.: Son exploitation ne demanda que le 1/3 du temps employé au précédent recensement en 1880, malgré une augmentation de 25% de la Population.

En 1894, un médecin Allemand écrivait : "Saluons cette invention géniale, pleine d'avenir " dans un compte - rendu de voyage sur " Les Sciences médicales aux U.S.A. " tandis qu'un haut fonctionnaire Allemand notait déjà : " Grâce à l'électricité on obtient des résultats réservés normalement à l'action de l'esprit et des organes de l'homme. C'est une des nouvelles créations admirable de l'ère moderne ".

La carte perforée, comme les autres types de mémoire n'est pas seulement un support statistique de l'information , car elle n'est pas destinée seulement à enregistrer, mais elle permet aussi de retrouver .

Faisons la passer dans une machine lectrice ou des balais établissent un contact électrique, chaque fois qu'ils rencontrent une perforation . Cette exploration permet d'effectuer diverses sortes d'opérations à grande vitesse et simultanément :

. Tris : On répère des positions ou zones d'enregistrement particulières sur la plaque d'exploration et l'on fait orienter électromécaniquement les cartes sur une voie de sortie ou une autre selon qu'elles comportent ou non des perforations dans ces zones : par exemple une perforation dans la colonne indiquant si le sexe est masculin ou féminin, s'il

.../...

y a fièvre dépassant 39°, si le syndrome considéré a notamment la toux pour symptome. Cette sélection permet également d'effectuer des classements (très successifs sur des numéros d'identification croissants).

. Comptages : Au passage, les informations les plus diverses actionnent des compteurs qui totalisent ainsi automatiquement les données voulues.

. Calculs arithmétiques et logiques : L'association de tris et de comptages a rapidement mené à l'exécution des calculs les plus variés, par l'association de dispositifs complémentaires dérivés des machines à calculer évoluées.

. Tabulation : La détection des perforations voulues et les divers calculs ont vite été utilisés pour commander des dispositifs de frappe mécanique dérivés des machines à écrire écrivant automatiquement les résultats des opérations éffectuées sur les cartes.

La complexité croissante de la "comptabilité à cartes perforées " ou mécanographie classique, a trouvé son apogée vers 1955 : L'extension des organes de calcul a depuis restreint progressivement le rôle de la carte perforée comme base du traitement de l'information, mais seulement en valeur relative, car la consommation absolue n'en cesse d'augmenter .

+

+ +

ADRESSE, . INSTRUCTIONS, PROGRAMMES

De même que la position d'un chiffre dans un nombre indique quelle puissance de la base il représente (on parle du "poids" de la position donnée), de même la position d'une information sur son support ou dans sa mémoire indique la catégorie à laquelle elle appartient et le rôle qu'elle joue dans le traitement prévu. On peut ainsi répartir les 80 colonnes d'une carte perforée pour que :

1 la zone 1 à 15 contienne le nom,
2 la zone 16 " le statut familial,
3 la zone 18-19 " le nombre d'heures de travail hebdomadaire.
4 la zone 20 " la catégorie professionnelle,
5 la zone 21-23 " le salaire horaire,
6 la zone 24-28 " les avances reçues.

Chaque zone devient ainsi " l'adresse " d'une catégorie de données.

Le calcul de la somme à verser à un travailleur en fin de semaine portera donc sur des adresses et non plus sur des notions de paie. La machine multipliera le contenu de la zone 3 par celui de la zone 5 et soustraire celui de la zone 6: paie = (3 x 5) - 6 .

La zone indiquant le statut familial peut être plus complexe et permet de faire faire à la machine des opérations du genre suivant : Si la zone 2 indique "homme", si la zone 2' indique "mairie" et si la zone 2" indique "plus de deux enfants", alors , calculer allocations familiales.

.../...

Finalement, la tabulatrice pourra être réglée pour imprimer le nom et la paie, sur un document qui peut être la feuille de paie, le chéque.

Lors de ces diverses opérations, l'homme n'impose pas sa volonté à la machine comme il le fait dans un rapport homme/homme, il"régle" ou il "programme" cette machine.

Le mot réglage convient tant qu'il s'agit d'établir quelques contacts, faisant qu'un 8 en colonne 37 oriente la carte dans une case de réception donnée ou que le nom qui se trouve en zone 1, soit frappé sur la machine à écrire électrique connectée.

Il ne convient plus lorsqu'on veut que la machine effectue un grand nombre d'opérations complexes. On utilise alors des organes mécaniques à cames et ergots interchangeables (barres de programation des machines comptables) ou des tableaux de connexion.

Mais , ces barres et tableaux, si évolués soient - ils limitent les traitements à la réalisation d'un seul type de traitement, tout comme le réglage d'une machine ne lui permet que de répéter sans cesse la même suite d'opérations, la même pièce, la même action. Pour obtenir une succession d'opérations diverses, il faut faire intervenir la notion de programme. Seule l'intervention d'une machine spéciale , appelée l'Unité Centrale (U.C.), formée par les circuits de calcul et les circuits de commande et une mémoire contenant uniquement les programmes, permet de mobiliser toutes les ressources technologiques et méthodologiques nécessaires à la réalisation du traitement universel de l'information.

Au lieu de câbler les contacts nécessaires sur la machine à cartes perforées elle-même, on inscrit sur une feuille la suite des opérations désirées en indiquant pour chaque opération son type, l'adresse des facteurs (opérandes) et des résultats.

.../...

Perforons ensuite cette suite d'opérations sur cartes : le paquet de cartes représente notre programme.

Enregistrons ce programme dans la mémoire centrale envisagée ci-dessus (Il suffit de connecter le lecteur de cartes à l'UC).Chaque opération du programme occupe alors un certain nombre de positions et prévoit l'occupation d'autres positions, dites de travail par les données de base, les résultats intermédiaires et les résultats définitifs.

Une fois le programme enregistré, nous connectons à l'unité centrale une machine à écrire et nous faisons passer dans la machine à cartes perforées, toutes les cartes du personnel dont il faut établir la paie (exemple ci-dessus mentionné).

Supposons que nous lisions 300 cartes à la minute, soit une carte en 2/10 de seconde.

Les données d'une carte (série de signaux créés par les balais correspondant aux perforations) sont d'abord enregistrées dans la mémoire de travail de l'U.C., selon le plan d'occupation prévu par le programme enregistré (les signaux de la zone 5 "Salaire horaire " sont aiguillés, par exemple, dans les positions ayant pour adresse initiale 3200, où ils occupent une longueur de 5 positions (3200 - 3205).

Les instructions du programme, sont alors analysées et exécutées une à une, toujours dans le même ordre à vitesse électronique , c'est à dire que tout un ensemble de signaux 0 à 1 effectuent un ballet rigoureusement réglé à travers les circuits de calcul (arithmétique et logique) pour commander finalement les électromécanismes de l'imprimante, le tout se répétant à chaque passage d'une carte, à chaque remplissage d'un document.

Le travail fini, il suffit d'enregistrer un autre programme pour effectuer un autre travail après quelques minutes seulement, avec les mêmes cartes du personnel ou bien

avec un fichier de malade dont on veut analyser statistiquement certaines caractéristiques ....

Pour chaque travail particulier nous pourrons connecter diverses machines spécialisées, en un ou plusieurs exemplaires : l'ensemble de machines utilisées pour un travail donné constitue la machine du moment, l'ordinateur étant, lui, constitué par l'ensemble des machines disponibles au centre de traitement considéré.

Ainsi donc l'ordinateur, malgré sa formulation au singulier, n'est pas une machine mais un ensemble de machines.

+

+ +

B/ LES STRUCTURES DE BASE DES ORDINATEURS

L' ORDINATEUR

La notion de calculateur électronique est largement dépassée depuis une bonne dizaine d'années et fait place à celle d' "ordinateur ", réunion de machines beaucoup plus complexes et aux possibilités plus étandues. Ces ensembles électroniques pour le traitement de l'information comprennent:

. Des unités périphériques d'entrée des données, c'est à dire des machines transmettant les informations stockées sur leurs supports ou mémoires " externes " .

. Une ou plusieurs unités centrales , qui reçoivent ces informations et qui les rangent provisoirement dans des zones

.../...

des mémoires "internes " , à des adresses déterminées , selon les instructions d'un programme , lui même enregistré en mémoire interne. Ces données sont ensuite soumises à toute une série d'opérations arithmétiques et logiques, encore selon les instructions du programme, pour être tenues à disposition d'autres unités périphériques dites de sortie, toujours selon les instructions du programme.

. Des unités périphériques de sortie , qui stockent les résultats et qui mettent ces résultats à la disposition de l'homme ou d'autres machines , voire de l'ordinateur lui même (rétroaction ou feedback).

Certaines unités périphériques peuvent remplir à la fois les fonctions d'entrée (lecture) et de sortie (enregistrement ou écriture).

En régle générale un ordinateur se caractérise par la capacité de sa mémoire centrale et par le temps d'accès de cette mémoire , c'est à dire par le temps nécessaire :

- pour lire en mémoire (extraire) une information rangée (enregistrée) à une adresse donnée,

- pour ranger en mémoire une information à une adresse donnée, ainsi que par le nombre , les caractéristiques et les possibilités des périphériques connectés à l'unité centrale de calcul et de commande.

Cette configuration de principe peut être représentée comme suit :

Organe de commande

Programme

Entrées

données

Résultats partiels définitifs

sorties

Organes de calcul Arithm. et logique

.../...

Le bloc central est la mémoire centrale de l'unité centrale, à la fois le coeur et cerveau de l'ordinateur.

Nous aurons souvent l'occasion de désigner un tel ensemble ou ordinateur par le terme générique " la machine"

Les Unités Périphériques

Le développement du traitement de l'information met divers périphériques généraux, à la disposition des utilisateurs , ainsi qu'un grand nombre de périphériques spécialisés, en fonction des applications particulières, notamment médicales:

. Les machines dérivées de techniques déjà classiques,
. Les machines à écrire et à calculer,
. Le lecteur et le perforateur de cartes,
. Le lecteur et le perforateur de ruban,
. Les divers enregistreurs-lecteurs magnétiques:

-dérouleurs de bandes,
- tambours magnétiques,
-tourne-disques ,
-feuillets magnétiques,

- L'imprimante rapide produisant de quelques centaines à plusieurs milliers de lignes à la minute, chaque ligne pouvant comporter jusqu'à près de 200 signes.

. Les machines de conception et de réalisation récentes;
. Le lecteur-traceur de courbes et dessins. Il traite à chaque seconde des centaines de points selon leur coordonnées numériques avec des"pas élémentaires inférieurs au 1/10 mm et des"sauts " de longueur et de direction limités aux seules dimensions du format admissible.

.../...

- l'écran cathodique de visualisation. C'est un poste de télévision sur lequel on voit en chiffres et dessins les informations voulues, tout comme sur un traceur de courbes. On y adjoint depuis quelques années un crayon électronique, c'est à dire un micro-projecteur photo électrique dont le rayon modifie l'information au point d'impact sur l'écran et dans l'unité centrale: le constructeur d'un pont , par exemple, en modifiant l'image de celui-ci, peut, non seulement modifier instantanément les données du pont telles qu'elles sont enregistrées en mémoire mais encore intégrer ces modifications dans tous les programmes de calcul et répercuter ainsi les nouvelles données dans les calculs de résistance et de prix de revient pour ce citer que ceux là : A la seconde même où il modifie le tracé du pont il peut afficher sur le même écran les nouvelles caractéris - tiques , le nouveau temps de construction, le nouveau prix de prévision ... (variation illimitée des projets une fois les programmes nécessaires réalisés).

. Les machines spécialisées de l'instrumentation médicale, le médecin privé ou hospitalier utilisent déjà un nombre d'appareils mécaniques, électromagnétiques et électroniques en nombre croissant, soit comme capteurs d'information, soit comme agents d'exécution, soit comme capteurs et exécuteurs à la fois. Tous ces appareils peuvent être connectés à l'entéee et à la sortie d'un ordinateur. L'avantage est multiple :

. Bénéfice de la puissance d'un grand ensemble commun à plusieurs portes d'utilisation peu couteux après enlèvement de leur bloc de traitement individuel ;

Centralisation de la surveillance et des traitemebts pour un malade donné ou pour un groupe de malades. Permanence et rigueur de la surveillance et des interventions placées sous commande d'une machine qui travaille 24 heures sur 24, sans oublier , ni se tromper et à très grande vitesse régulière.

../..

.Utilisation directe des données d'entrée et de sortie comme informations pour d'autres utilisations. C'est ainsi que le contrôle de l'anesthésie par observation photo électrique du lobe de l'oreille peut être commandée par un ordinateur et enregistré dans une mémoire convenable pour étude ultérieure..

.Ces possibilités tout juste embryonnaires actuellement seront précisées et développées plus loin à propos de la transmission et du télétraitement des informations.

L' Unité Centrale

Nous avons déjà vu que l'unité centrale est organisée autour d'une mémoire rapide, contenant le programme et les informations de travail. Des organes de commande gèrent les entrées et les sorties et font transiter les informations dans les organes de calcul où elles font l'objet d'opérations arithmétiques et logiques. Celles ci produisent des résultats intermédiaires et définitifs.

L'unité centrale peut travailler sur plusieurs présentations de l'information (Instructions et données) :

-Traitement bit à bit (un signal 0 ou 1 par position de mémoire)

-Traitement caractère par caractère (4bits pour un chiffre,6 pour un caractère alphanumérique)

- Traitement mot par mot : un mot est un ensemble de bits 16, 24, 36 , 48par exemple, dont la longueur peut être fixe ou variable. La longueur variable permet de mieux condenser l'information, en travaillant sur des demi mots ,des quarts de mots , voire des mots double, selon des besoins.

L'unité élémentaire d'information tend à se normaliser au niveau de l'octet, c'est à dire d'un groupe de 8

.../...

bits, représentant deux chiffres ou un caractère alphanumérique.

Une instruction donnée porte sur un ou plusieurs mots et elle doit se plier à un format général, véritable syntaxe grammaticale .

La Nature des opérations est prise dans un répertoire de quelques dizaines d'opérations élémentaires telles que l'addition, le décalage, la lecture , l'enregistrement, le transfert , la comparaison (plus petit, plus grand, égal)... dont les circuits d'exécution (commutation convenable des signaux) sont cablés dans l'Unité centrale. Un ordinateur est d'autant plus performant qu'il comprend plus d'opérations câblées, (une centaine pour les plus grands).

. On utilise une , deux ou trois adresses. Prenons par exemple une addition et voyons ce qu'on peut faire avec les adresses :

- une seule adresse : 1ère instruction prendre le contenu de l'adresse A, 2ème instruction, l'ajouter à celui de l'adresse B, 3 ème instruction : ranger le résultat à l'adresse C,

- deux adresses : 1ère instruction: prendre le contenu A. 2 ème instruction : l'ajouter à celui de B.

- trois adresses :une seule instruction longue : prendre le contenu de A, l'additionner à celui de B et ranger en C.

La solution optimale se trouve comme souvent au milieu, et les machines à deux adresses sont parmi les plus répandues, car elles concilient les exigences de performances et celles d'économie et de simplicité. Elles offrent d'ailleurs les mêmes avantages que les machines à trois adresses,

.../...

tout en étant plus simples, si l'on câble les circuits de façon que le résultat prenne automatiquement la place du premier opérande, ce qui rend inutile l'indication d'une troisième adresse.

.Le déroulement du programme enregistré , instruction après instruction est rythmé par une horloge électronique lançant périodiquement un ensemble de signaux dans les circuits de la machine. Ce Cycle de base, qui caractérise les performances de la machine, dure actuellement une durée de quelques microsecondes pour l'accès et le transfert d'un mot dans la mémoire centrale soit quelques centaines ou mêmes dizaines de nanosecondes pour un bit élémentaire.

Pendant une manoseconde (milliardième de secondes),le courant électrique ne parcourt que 30 cm. La dimension des circuits prend alors une importance sensible à l'échelle des successions de signaux qui les traversent.

CARACTERISTIQUES ET PERFORMANCES DES ORDINATEURS

Les ordinateurs réalisent des opérations par dizaines et centaines de mille à la seconde. Ils peuvent résoudre en quelques minutes des problèmes qui demanderaient 100 ans à un bon calculateur, ou qui seraient inaccessibles aux équipes de mathématiciens les plus avertis. Ces performances sont dues aux capacités de mémoire et aux vitesses croissantes des machines actuelles, ainsi qu'à l'efficacité toujours plus grande des circuits internes et des méthodes de programmation. A titre indicatif, nous avons rassemblé ci-après quelques caractéristiques et performances des machines courantes :

.../..

Les Unités centrales-

On y trouve des mémoires à tores, des couches minces et des microcircuits monolithiques de 8 à 500 K par blocs de capacité diverses. Les cycles sont évalués en quelques microsecondes ou en quelques centaines de nanosecondes pour un mot d'un ou plusieurs octets . Le million d'opérations à la seconde est déjà sorti des laboratoires. Les machines actuelles demandent une dizaine à une centaine de microsecondes pour effectuer la multiplication de deux nombres décimaux d'une dizaine de chiffres.

Les Canaux d'entrée et de sortie des informations

Ils sont en nombre variable: de moins d'une dizaine à beaucoup plus, avec des niveaux de priorité et des conditions et priorités d'interruption dépassant plusieurs centaines. Ces canaux peuvent débiter plusieurs millions d'informations à la seconde.

Les Machines à écrire électriques .

Elles possèdent 10 à 18 caractères à la seconde en fonctionnement automatique pour les machines à chariot imprimeur sans barres de caractères. Des machines sans engrenage (entrainement par moteur linéaire) doublent déjà cette vitesse de frappe.

Les Perforateurs de cartes .

Ils peuvent perforer 100 à 300 cartes à la minute en automatique.

Les lecteurs de cartes.

Ils lisent de 30 à plus de 1000 cartes à la minute.

Les Perforateurs de ruban.

Ils perforent de 10 à 200 caractères à la seconde.

.../...

Créè comme"sous produit" pendant l'établissement décentralisé des documents de base (sur machine électrocomptables en particulier), le ruban peut être directement traité par l'ordinateur.

Les lecteurs de rubans

Ils lisent de 30 à plus de 1000 caractères à la seconde.

Nota : les lecteurs de cartes et de rubans ont un fonctionnement plus rapide et plus souple lorsqu'on remplace l'exploration électromécanique par l'exploration photoélectrique.

Les Imprimantes-lignes

Elles impriment de 300 à plus de 1800 lignes à la minute (jusqu'à 180 caractères à la ligne) pour les machines frappant " au vol " qui sont les plus répandues actuellement: le papier défile ligne à ligne, ou par sauts programmés, devant un tambour tournant sans arrêt et portant autant d'éléments imprimeurs que de colonnes, soit un jeu de caractères, par position, entre lesquels une rangée de marteaux applique le papier au passage des caractères voulus.

On connait plusieurs réalisations d'imprimantes électroniques : la ligne est formée dans l'électronique d'un tube cathodique et projetée sur le papier qui acquière une charge d'électricité statique positive le long du tracé des caractères. Une poudre colorée fusible (bitûme par exemple) est alors attirée sur le papier puis fixée par application de chaleur. L'inertie très faible de l'électronique est telle qu'on offre déjà des machines imprimant plus de 6400 lignes à la minute.

Les bandes magnétiques

Elles comportent de 20.000 à plus de 100.000 octets à la seconde sur 7 ou 9 canaux. La bande normale est large de

.../...

12,7 mm et longue de 730 m. Elle permet d'enregistrer 80 à 320 octets au cm. ce qui donne une capacité théorique de quelques millions à près de 25 millions de caractères par bande, soit l'équivalent de plus de 100.000 cartes perforées.

Cette capacité des bandes , leur souplesse d'utilisation et leur fonctionnement à un rythme assez proche de celui des unités centrales ont incité des constructeurs à réaliser des claviers permettant l'entrée directe sur bande des données jusqu'ici perforées sur carte.

Les tambours magnétiques

Ils tournent avec une vitesse de 800 à 3.000 tours minute. Ils possèdent plusieurs centaines de pistes contenant plusieurs centaines ou milliers d'octets. L'accès moyen se fait en un centième de seconde et le débit va de 50.000 à quelques millions d'octets à la seconde.

Les disques magnétiques

Ce sont des disques de 30 cm et plus, tournant à un millier de tours à la minute et contenant des millions d'octets, accessibles en quelques centièmes à un dixième de seconde. La capacité d'une unité de disques atteint des dizaines de millions d'octets avec des débits supérieurs au million à la seconde.

Les feuillets magnétiques

Les réalisations ne sont pas standard dans ce domaine.Voici quelques caractéristiques des cartes CRAM : Cartes de 8,25 x 35,5 cm en chargeurs de 256 cartes- 56 pistes de 1120 octets sur une carte, soit 16 millions d'octets par chargeur, avec un débit de 38.000 à 100.000 octets à la seconde

.../...

La lecture automatique des documents

Elle peut se faire avec des marques et des caractères normaux, spécialement codés, ou écrits avec des encres magnétiques qui permettent à la machine de lire directement les informations qu'ils représentent. C'est le cas , par exemple, du code CMC7 adopté par les banques pour le traitement automatique des chéques. Des recherches sur la lecture directe de tous les caractères imprimés et manuscrits , et le balayage global d'une page en une fraction de seconde sont poursuivis dans de nombreux laboratoires.

L' interrogation et la réponse vocale

La machine sait déjà parler par assemblage mathématique de microssons. La reconnaissance de la voix humaine par la machine est plus délicate, mais on peut déjà prévoir que la machine saura un jour répondre 15 quand on lui dira 3 fois cinq.

A partir de ce moment, tous les échanges directs les plus complexes pourront être envisagés.

+

+ +

C/ LES POSSIBILITES DES ORDINATEURS

LES TRAITEMENTS MULTIPLES

Jusqu'ici nous avons vu fonctionner un ensemble de machines qui se passent les informations de l'une à l'autre , d'une adresse à l'autre, d'un bloc fonctionnel à l'autre et qui recommencent inlassablement les mêmes opérations de détail suvcessives, selon l'exemple du déroulement simplifié suivant:

. Les supports des données du travail sont en place sur leur périphérique,(par exemple dans le lecteur de cartes). Le programme est enregistré dans la mémoire centrale, l'imprimante est en fonction.

. L'ordinateur commande la lecture d'une carte et le rangement des données lues dans sa mémoire.

. Les instructions du programme sont lues, exécutées de la première à la dernière.

. L'unité centrale fait exécuter des instructions partielles ou globales par l'imprimante.

. Une nouvelle carte est appelée après l'achèvement de la dernière instruction et l'exécution séquentielle des instructions recommence.

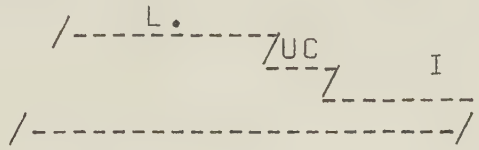
.../...

• Ce processus d'exécution rigoureusement pas à pas , permet immédiatement de formuler deux remarques :

A- Certaines opérations sont conditionnées par un résultat logique (comparaison , existence ou non d'une donnée facultative). Il faut donc prévoir que "si" telle condition est remplie le programme s'arrête automatiquement et se branche sur une variante un "sous programme " pour ensuite reprendre et continuer le programme principal au point même où il l'avait quitté, ou en tout autre point, par exemple plus loin en séquence , si la condition entraîne justement le saut d'un certain nombre d'opérations. Ce sous programme peut être ma consultation d'une autre mémoire externe et l'exécution de calculs spéciaux, lorsqu'une certaine condition est/ou n'est pas réalisée.

Un type d'interruption très important est représenté par la signalisation et le traitement programmé des erreurs et incidents.

B- Le lecteur de cartes travaille en dixièmes de seconde, l'imprimante en centièmes de seconde et l'unité centrale en millionièmes de seconde, ce qui peut se représenter comme suit;



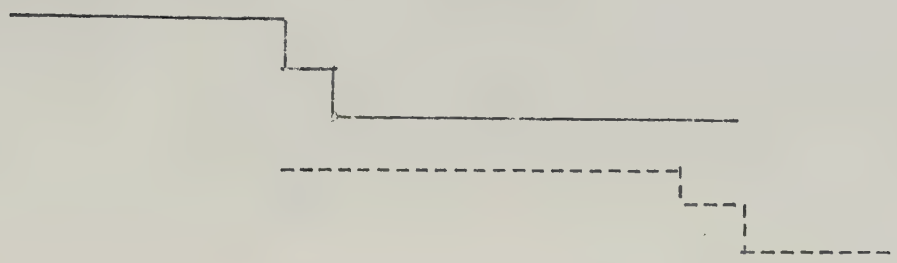
CYCLE DE TRAITEMENT D'UNE CARTE .

L'unité centrale est occupée pour quelques centièmes seulement du temps total. Comment exploiter ses temps morts?

Le traitement de l'information a vraiment commencé le jour où l'on s'est avisé de faire exécuter simultanément plusieurs opérations d'entrée et de sortie par plusieurs périphériques rattachés à une même unité centrale.

.../...

Dans l'exemple ci-dessous on a le schéma suivant:



Le lecteur lit une nouvelle carte pendant que l'unité centrale achève de traiter la première et que l'imprimante sort les résultats correspondants. Le cycle de traitement d'une carte passe ainsi de (L + UC + I) à L seulement.C'est à dire au temps de l'unité la plus lente, le gain est notable.

Diverses techniques permettent d'améliorer et d'optimiser cette simultanéité de fonctionnement des périphériques pour un même traitement tout en l'étendant à un plus grand nombre de machines :

- on peut interposer une mémoire intermédiaire ou "tampon " entre l'unité périphérique lente et l'unité centrale ce qui permet à chacune de travailler à son rythme propre sans être genée par une liaison rigoureuse .

- Tous les périphériques et les organes mêmes de l'unité centrale (considérés comme des blocs distincts) sont rattachés à des " canaux d'interruption prioritaire " , c'est à dire hiérarchiquement placés les uns par rapport aux autres. Une opération ultra rapide au sein du bloc de calcul, sera ainsi retardée de quelque millionièmes de seconde au bénéfice d'un transfert dans le tampon de l'imprimante, car le micro temps perdu provoque, à la limite, un retard d'un cycle d'impression incomparablement plus grand (deux minutes de retard à la gare de Lyon provoquant 3 heures d'attente pour le prochain train et de retard pour son arrivée à Nice).

.../...

. Le partage du temps ou Time-sharing recouvre trois sortes de possibilités selon qu'on se place au niveau des machines , à celui des programmes, où à celui des utilisateurs.

Fondalement, c'est l'exploitation simultanée de plusieurs unités pour le traitement simultané de plusieurs programmes différents.

Il y a multiprogrammation simple lorsqu'on enregistre plus d'un programme en mémoire et qu'on obtient en même temps plusieurs catégories de résultats à partir d' un seul ou de plusieurs lots d'informations d'entrée, et sur plusieurs unités de sorties .

La machine traite toujours les informations en séquence et une par une, mais un super programme (Moniteur , Superviseur...) organise les entrées, les phases successives de traitement central et les sorties pour que toutes les machines utilisées fonctionnent de façon continue comme s'il y avait autant d'ordinateurs séparés, affectés chacun et de façon exclusive à l'un des traitements.

Les traitements peuvent être apparentés : exécution simultanée de la paie et des statistiques de main d'oeuvre , par exemple, ou totalement indépendants : exécution simultanée de la paie du personnel hospitalier, de la gestion des stocks de médicaments et de fournitures, enfin d'une statistique épidémiologique sur les malades traités dans un hopital au cours des 3 derniers mois.

+

+ +

LE TEMPS REEL ET LE MULTIACCES

Jusqu'ici nous avons essentiellement chargé la machine de traiter des informations statiques (fichiers) pour disposer d'informations élaborées.

Pourtant nous avons rencontré des situations dynamiques où l'on relie l'instrumentation au traitement de l'information, ce qui exige la réponse immédiate de la machine aux conditions du moment.

C'est très exactement cette notion d'accès immédiat , de réponse immédiate, sans attente, au fur à mesure des événements des questions , des besoins urgents... que recouvre la notion de temps réel qui se rattache tout simplement à celle de " constante de temps " : le délai admis varie selon le temps de réaction de l'utilisateur.

Qu'est-ce en effet qu'un temps très court ? :

- une fraction de seconde pour le contrôle d'un instrument utilisé au cours d'une opération chirurgicale,

- quelques secondes pour un médecin posant une question à la mémoire de la machine, au moment de rédiger une ordonnance.

- une demi minute pour le consultant attendant à un guichet qu'on précise un détail de son dossier,

- quelques minutes à une heure ou plus, pour le médecin qui demande une bibliographie à la mémoire de la machine.

Nous proposons de définir comme suit le " multi accès" à la machine et le multitraitement de l'information en temps partagé et réel:

.../...

" C'est un système dans lequel plusieurs utilisateurs peuvent communiquer en même temps avec un ordinateur et voient leurs demandes et informations prises en considération individuelle au fur et à mesure qu'ils les soumettent ." Les traitements sont exécutés par la machine en fonction des priorités fixées et des conditions propres de son fonctionnement interne. Les résultats sont sortis et soumis aux différents utilisateurs dans un temps négligeable par rapport à leurs constantes de temps individuelles , de façon telle que chacun s'estime servi comme s'il disposait du système pour son usage exclusif.

Le mot utilisateur est naturellement employé au sens le plus général du mot et peut désigner un médecin à domicile, un comptable, un anesthésiste ou une machine fonctionnant sans la surveillance permanente d'un opérateur humain.

L' avantage essentiel d'un tel système, outre l'établissement d'un rapport direct et immédiat (suppression des distances et des délais) est que le traitement est parfait individualisé : la machine déroule à nouveau un programme spécial pour chaque cas.

+

+ +

LA PROGRAMMATION ET LES LANGAGES

Le contenu de la programmation a déjà été suggéré en de maintes occasions, tout au long des pages qui précèdent , mais il est bon de regrouper et de développer ici, ce qui est déjà connu sur les codes , les instructions, les programmes, les interruptions, les priorités et le temps partagé et réel.

.../...

.Le code binaire est le mode d'expression des données sous forme de signaux reconnus par les circuits de commutation de la machine (langage machine).

.Les instructions sont les suites de codes concernant une opération élémentaire de la machine .

.Le programme est l'ensemble des instructions, telles qu' elles sont enregistrées en mémoire centrale et exécutées par la machine, avec prévision de tous les branchements nécessaires au bon déroulement du programme et au bon fonctionnement de la machine.

.L'écriture et l'enregistrement d'une interminable suite de 0-1 sont humainement inconcevables , dès qu'un programme contient plus de quelques centaines d'instructions : lenteur, erreurs , mises au point et essais sans fin, impossibilité matérielle , dès qu'il s'agit de programmer des opérations complexes.

La solution est d'abandonner la programmation en "langage binaire " (langage machine) et de remplacer le codage binaire par un codage aussi proche que possible du langage courant. Ce langage doit respecter des régles rigoureuses telles qu'on puisse fournir à la machine un programme de traduction produisant le programme machine utilisable pour le traitement considéré.

.Le codage symbolique ou numérique

Soit instruction simplifiée à 2 adresses : d'un salaire hebdomadaire et d'une prime , c'est à dire du contenu de la zone A à celui de la zone B :

.../...

	Opération :	1ère adresse :	2ème adresse
ou	+	A	B
ou	0110	0101	1010

Convenons d'appeler : (A D D l'addition
) H E B le contenu de la zone A
(P R I " " " B

Nous pouvons retenir aisément ces codes et écrire sûrement:

A D D H E B P R I

à condition d'écrire une fois pour toutes les définitions suivantes dans une table des symboles utilisés pour le programme considéré :

A D D = 0110 ... (code faisant partie des instructions cablées par le constructeur)

H E B = 0101 ...

P R I = 1010

. L'adressage relatif

En fait on ignore souvent, quand on rédige un programme , quelle sera l'adresse réelle affectée à une donnée au moment du traitement. On sait par contre comment se situe cette donnée par rapport à une donnée maitresse, le début d'un programme partiel par exemple, que l'on convient d'appeler DEB:

L' adresse de la donnée considérée peut être définie relativement à ce début : HEB = DEB + 187 et c'est l'ordinateur lui-même qui effectuera le calcul d'adresse en fonction de l'adresse affectée à DEB. Il suffit donc à nouveau de coder HEB , en supposant établie la chaine de conventions qui permettra au calculateur de calculer la position de mémoire 3 7 8 2 3 (10) dont voiçi l'expression binaire pure :

.../...

H E B = 1. 001. 001. 110. 111. $111_{(2)}$ = 1 1 1 6 7 7

. L'adressage relatif peut être encore amélioré , si l'on indique une valeur relative pouvant prendre diverses valeurs en fonction de telle ou telle condition :

Soit PAI = 9425 : au lieu d'écrire PAI + 8 (adressage relatif)

on écrit PAI + x, x étant une valeur variable, un indice, dont la valeur effective est rangée dans une position de mémoire spéciale appelée Index . La valeur de l'index peut dépendre de nombreuses conditions.

On peut écrire également l'adresse comme étant PAI +ZONA, c'est à dire comme PAI + le contenu de l'adresse ZONA.

. En lisant un programme n'utilisant que les conventions ci-dessus, on remarque vite que des séquences entières d'instructions se retrouvent répétées en de nombreux endroits. Il suffit alors de les considérer comme une entité à laquelle on affecte un code, lequel exprime de façon lapidaire le contenu de plusieurs lignes d'instructions.

On peut ainsi remplacer le codage d'une opération de paye :

HEUR x TAUX par le code P A I .

Certaines de ces " macro instruction " sont prévues par le constructeur pour synthétiser des fonctions de la machine, d'autres peuvent être définies par l'utilisateur. De toute façon il s'agit d'appeler l'ensemble d'un " sous programme " au moyen d'une seule instruction.

Toutes ces conventions d'adressage et d'indexation facilitent énormément les renvois, les mises à jour et la consultation des informations.

. Le programme traducteur intermédiaire est appelé un "assembleur " ce qui image bien ses diverses fonctions.

. Mais l'assembleur est établi pour une machine donnée. On a donc imaginé des langages plus évolués, appelés "compilateurs " ou encore " métalangages " qui se rattachent encore plus au langage humain (la plupart se réfèrent à la langue anglaise du fait que 90% des ordinateurs au moins viennent des USA et 85% d'autres pays anglo-saxons).

Voiçi un bref résumé sur les trois principaux de ces langages , qui banalisent les machines de toutes marques et séries et exigent une connaissance très réduite de la technique :

- LE FORTRAN(Formula translation) a été crée en 1954 pour faciliter la programmation des problèmes de nature mathématique ou scientifique. Le programme initial (on dit aussi programme source, programme origine) est écrit comme une suite de formules assez semblables auxformules algébriques et d'instructions proches du langage courant. Les 5 opérations de base (addition, soustraction, multiplication, division et puissance même) son complétées par des sous programmes de fonctions plus évoluées (F. trigonométriques , hyperboliques et logarithmiques), qui sont incorporés au programme suivant les besoins.

- L'ALGOL (Algorithmic Language) a été défini entre 1958 et 1960 par un groupe de mathématiciens soucieux d'avoir un langage plus spécialisé donc plus efficace. Depuis quelques années le FORTAN se raffine, alors que l'ALGOL se simplifie, ce qui les rapproche en pratique. .../...

- LE COBOL (Common Business Oriented Language) mis au point en 1961 et constamment amélioré depuis , est moins mathématique et tient un plus grand compte de la gestion des entrées et des sorties, est de plus en plus apprécié pour les problèmes de gestion, où l'on travaille essentiellement sur des fichiers très volumineux : Le volume des informations traitées donne une importance extrême aux temps de travail relativement lents des périphériques d'entrée et de sortie , alors que les problèmes et langages scientifiques sollicitent beaucoup plus l'unité centrale.

.Les compilateurs ne traduisent pas directement le programme origine en un programme résultant (objet) utilisant le programme machine. Ils produisent un programme en langage d'assemblage, assemblé à son tour en langage machine par l'assembleur convenable.

.La multiprogrammation exige, nous l'avons vu des programmes superviseurs pour mener, en quelque sorte, tambour battant l'exécution simultanée de plusieurs programmes différents au service de plusieurs utilisateurs indépendants.

Ce superviseur doit notamment :

-Réserver et protéger des zones de mémoire pour chaque programme.

-Interpréter , exécuter les instructions des utilisateurs,

-Affecter les périphériques aux programmes ,

-Partager de façon optimale les temps d'occupation de l'unité centrale entre les divers programmes périphériques et utilisateurs.

-Prendre en charge et supprimer les erreurs et incidents sans oublier de comptabiliser les temps d'utilisation.

+

+ +

LES PROBLEMES ET LEUR TRAITEMENT

La disposition d'un ordinateur et d'un langage ne suffisent pas pour passer directement à la rédaction d'un programme, tout comme la possession d'un stylo et la connaissance d'une langue ne suffisent pas pour rédiger un texte.

Il faut d'abord réfléchir au sujet que l'on veut traiter et savoir comment l'exposer au mieux, ce qui ramène à la classique trilogie:

-Concevoir le problème : Analyse -synthèse,
-Préparation du travail,
-Ordonnancement : Le Plan,

On peut alors lancer la fabrication du programme, c'est à dire, le rédiger puis effectuer la mise au point, ses essais, et passer enfin à son exécution : le traitement.

Reprenons les trois premiers points :

-L'analyse logique et numérique du problème permet de le diviser en de nombreux segments et sous segments constituant autant d'opérations fonctionnelles.

-La synthèse fait apparaître des enchainements, des appels de sous programmes, des remises en ordre.

- Une nouvelle analyse , approfondie à des niveaux de plus en plus détaillés, permet d'établir des organigrammes d'ensemble et de détail.

.../...

Les organigrammes détaillés sont remis à plusieurs programmeurs qui rédigent les programmes d'origine . Ceux-ci sont codés sur cartes rubans et bandes pour être testés individuellement puis réunis, vérifiés, et testés définitivement.

C'est à ce moment seulement que l'on peut compiler , assembler et charger le programme pour traitement dans un ensemble donné. En fait, le programme incorpore bien d'autres éléments que ceux que rédige l'utilisateur lui-même.

Le constructeur fournit en effet avec l'équipement , sans supplément de prix , tout un ensemble de programmes de service et d'exploitation destinés à aider le programmeur en lui évitant de programmer certaines phases , et en lui facilitant la rédaction d'autres phases.

Voiçi une liste non limitative de ces programmes :

-Programmes d'erreurs,

-Programmes de gestion des entrées et des sorties,

-Programmes d'édition ,

-Programmes scientifique et tous autres programmes de fonctions , simples non câblées ou de fonctions complexes spécialisées .

-Programmes paramétrés , permettant d'incorporer aisément des spécifications de détail dans un ensemble prérédigé ("packages", tels qu'un programme standard de paye, un programme PERT...).

Le développement de ce " Software " est tel que son coût tend à dépasser celui de l'équipement matériel " Hardware": les constructeurs envisagent donc de le facturer à part et de nombreuses firmes spécialisées développent une activité de conseils et créateurs en Software.

La possibilité de programmer un problème dépend du recensement complet et exact de ses facteurs, de leur expression

.../...

mathématique et de l'établissement des lois qui régissent leur interaction.

On dit qu'un problème est algorithmique lorsqu'il peut être exprimé par des facteurs exacts, rigoureusement liés dans une suite d'instructions et d'opérations. Tous les bacheliers savent par exemple que dans l'équation $ax^2 + bx + c = 0$. - $x = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

On dit , à l'opposé, que le problème est hémistique, lorsqu'on sait seulement ce qu'il convient de faire en termes de régles générales , non mathématiques , déterminant des tendances , sans qu'on puisse exprimer une marche à suivre définie, une loi numérique ou analogique.

Un problème très intéressant et fécond est de soumettre à un ordinateur les données fluides et les tendances incertaines d'un problème homistique pour réduire et analyser le maximum d'informations, afin de dégager les facteurs dominants les plus certains et les relations stables qui s'établissent entre eux. On peut dire que cette "simulation " apprend à l'ordinateur , autant qu'à l'homme à rationaliser les problèmes hémistiques , en vue de leur mise en forme toujours plus précise, à la limite exacte et algorithmique.

+

+ +

LA TRANSMISSION DE L' INFORMATION

La transmission de l'information n'a été , pendant longtemps que postale ,(envois d'états), télégraphique ou téléphonique et exigeait un recopiage au moins au centre de traitement pour les entrées et chez l'utilisateur (sorties) afin de passer du langage humain à celui de la machine et vice versa.

La production locale de cartes et de rubans perforés, voire de bandes magnétiques, ainsi que la frappe dactylographique , l'émission de signaux codés par des capteurs analogiques ou digitaux, assurent désormais la liaison d'un ordinateur à des stations éloignées, dont les données sont saisies de façon intermittante ou continue, avec envoi des résultats , en temps réel ou dans des conditions particulières pour chaque cas d'espèce.

La liaison entre l'ordinateur et la station (poste) éloignée, on dit aussi un terminal, peut être directe ou se faire par l'intermédiaire d'une station "régionale" elle même chargée de certains travaux préparatoires (un "petit" ordinateur regroupe les données, prépare les formats des entrées et des sorties , traite certaines opérations simples, organise les transferts).

Voyons maintenant la constitution d'une "chaine" pour la transmission de l'information :

-au niveau du terminal considéré comme émetteur

.../...

Le terminal est un périphérique habituel, où l'on entre les informations - sur un support universel, à partir de capteurs ou par action sur un clavier. La transmission est automatique ou bien doit être déclenchée par un opérateur humain, qui agit sur une touche ou tableau de commande. Les commandes sont utilement données à partir du clavier d'une machine à écrire , ou bien à l'occasion d'une liaison téléphonique.

- A la sortie du terminal : le Modem

Les lignes de télécommunication n'acceptent pas toutes les transmissions codées numériques. Un appareil Modem (Modulateur/Demodulateur) est donc placé auprès du terminal , et un autre auprès de l'ordinateur, pour effectuer les conversions nécessaires.

-Les lignes de télécommunications

.Le réseau"Telex " , analogue au réseau téléphonique transmet des conversations écrites, à la vitesse de la frappe électrique .

.Les liaisons spécialisées plus rapides, peuvent atteindre des centaines et des milliers de caractères à la seconde; ce sont des lignes téléphoniques normales ou spéciales, que les P.T.T. louent dans diverses conditions d'exploitation et de prix. Ce peuvent être également des lignes intérieures propres à l'établissement

.Les liaisons sans fil et par satellites.

-Au niveau des traitements intermédiaires :

L'intervention facultative d'un centre régional de préparation et de répartition devient vite nécessaire, quand le nombre des terminaux s'accroit, et exige une très stricte organisation des transferts.

.../...

- A l'entrée et à la sortie de l'ordinateur:

Nous trouvons un modem .

La liaison schématisée ci-dessus peut être simple (émission seulement) ou duplex (fonctionnement dans les deux sens).

Anticipant quelque peu sur la présentation des problèmes médicaux déjà traités sur ordinateur, nous pouvons brièvement montrer comment un médecin d'une agglomération X... , peut utiliser un ordinateur , quel qu'en soit la localisation:

-Il peut brancher sur une borne de transmission reliée à un modem, un capteur , tel que le bloc de saisie d'un électrocardiographe, simple et peu couteux, car démuni de son bloc électronique et du dispositif d'inscription, une machine à écrire avec ou sans écran de visualisation, un poste téléphonique.

-Il établit la communication pour transmettre des informations crées par un capteur ou frappées par lui au clavier, par exemple, les données d'un E.C.G. ou une demande de documentation à la mémoire centrale .

Son message transite éventuellement par un centre régional.

- Il arrive au centre de traitement, et il y a deux possibilités :

Traitement différé, par lot: le message est reçu sur un ruban perforé et sera traité plus tard. Le résultat également perforé sur un ruban sera transmis dans un certain délai voulu et /ou convenu.

Traitement en temps réel. Les informations transmises par notre confère , appellent en mémoire les programmes voulus et provoquent une exécution immédiate par multitraitement en partage des temps .

.../...

-L'ordinateur est mis en communication avec le médecin et les résultats sont sortis de façon appropriée pour leur édition sur les terminaux existants.

-Le centre régional intervient éventuellement pour la mise au point et la répartition des messages de l'ordinateur à destination des terminaux.

-Le médecin voit l'interprétation de l' E.C.G. ou la documentation demandée, s'inscrire sur la feuille de la machine à écrire ou sur l'écran cathodique. Eventuellement, il discute au téléphone avec un cardiologue du centre, alerté par l'ordinateur , pour préciser un point particulier. On peut déjà prévoir que l'ordinateur pourra directement dialoguer vocalement avec lui dans..... quelques années.

DEUXIEME PARTIE .

APPLICATIONS MEDICALES D'AUJOURD'HUI

ET DE DEMAIN

A/ INFORMATIQUE ET EXAMENS DE LABORATOIRE

Nous exposerons ci-après les applications réalisées ou envisagées en Informatique et qui ressortent du domaine médical, c'est à dire ce que les médecins font avec les ordinateurs et ce qu'ils projettent ou espèrent faire avec eux.

On assiste actuellement à une certaine dualité des applications de l'Informatique principalement dans le domaine qui intéresse les Médecins, les Etablissements Hospitaliers et les organismes responsables de la Santé Publique :

- Celles où l'on demande avant tout l'exécution automatique de calculs complexes dans des conditions de rapidité et de sécurité améliorées.

- Celles où l'on exploite la capacité de mémoire et la logique de comparaison et de sélection quasi illimitées de la machine.

Précisons bien que cette distinction est purement formelle. Elle est commode pour regrouper assez rationnellement les applications existantes et celles qui sont étudiées dans le monde entier. Mais il est bien certain qu'il faut de la mémoire au calculateur, ne serait-ce que pour conserver et dérouler le programme, tout comme il faut beaucoup de calculs

.../...

pour organiser et exécuter au mieux les traitements sur les données stockées dans les mémoires les plus volumineuses.

Nous aborderons donc, en premier lieu, les applications qui concernent d'importants calculs répétitifs, par exemple lors du traitement des résultats des examens techniques, puis celles qui permettent d'informer rapidement et sûrement par appel à la mémoire de l'ordinateur , mais, répétons le , ces deux zones se chevauchent.

+

+ +

1- Traitement statistique du dosage biologique de la Thyreostimuline hypophysaire.( )

Le principe du dosage repose sur l'élimination d'iode radioactif par la T.S.H. On observe l'augmentation de radioactivité deux heures après l'injection de T.S.H. a des souris vivantes.

Le Laboratoire de Physiologie de LYon (Professeur J. Cier), exploite ce dosage biologique avec un petit calculateur électronique afin de réserver l'ordinateur moyen à l'exploitation des dossiers médicaux.

- Méthode statistique

On pose en abscisse la dose du produit injecté et en ordonnée l'effet correspondant. Les essais se font en 6 points : 3 doses pour le produit standard et 3 dilutions pour le produit à tester.

-Traitement

Considérons,par exemple, la comparaison d'un étalon de laboratoire à un étalon international: on commence par effectuer une transformation logarithmique des effets observés pour pallier le manque d'homogénéité des variances. L'étude mathématique par dose conduit à une représentation graphique. Les résultats intermédiaires perforés sur ruban permettent d'effectuer une analyse de variance, à l'aide d'une bande programme..

Il faut 1h,30 par dosage, temps de manipulation compris. Une extension de mémoire permettra d'aller encore plus vite.

2- Centres de transfusion sanguine:

La demande croissante de sang et de ses dérivés, sans compter les nouvelles découvertes en matière d'immuno hématologie imposent en effet un effort croissant pour augmenter l'efficacité des Centres de Transfusion Sanguine .

Ce qui suit concerne les Centres de l'Hôpital Karolinska (Stockholm) des Hopitaux universitaires de Lund et d'Uppsala. Ils utilisent un programme qui émane du Conseil pour la rationalisation de la gestion des hopitaux : SJURA .

Le système actuel comporte l'enregistrement sur un ordinateur central des donneurs utilisés jusqu'à présent par les banques de sang. Les dossiers des donneurs sont analysés régulièrement par l'ordinateur, qui effectue un véritable travail de gestion: En outre il imprime :

- des convocations pour le nombre voulu de donneurs ,
- plusieurs listes , dont des relevés des donneurs des divers groupes sanguins auxquels on peut faire appel,
- un pronostic de la situation en ce qui concerne les donneurs pendant les cinq semaines suivantes.

Ce matériel est adressé par la poste aux banques d sang . Celles-ci retransmettent aux donneurs les lettres qui leur sont destinées. La plupart des lettres destinées aux donneurs indiquent le jour et l'heure à laquelle ils doivent se présenter à la banque du sang, compte tenu des préférences de tel ou tel donneur pour un jour ou une heure déterminés.

D'ordinaire ,50% environ d'entre eux se rendent à la convocation; ceux qui négligent de le faire reçoivent une nouvelle convocation, la semaine suivante et pendant les semaines

.../...

qui suivent jusqu'à une date limite. Un certain nombre de lettres sont mises de côté, en guise de réserve, et conservées à la banque du sang. En cas d'urgence, elles peuvent être utilisées pour entrer en contact avec les donneurs par téléphone, car elles portent le numéro de téléphone de l'intéressé, son groupe et son type sanguins.

L'intervalle entre les dons de sang est déterminé par l'ordinateur selon le sexe du donneur, son âge et les valeurs globulaires précédemment relevées. S'il y a trop de donneurs, ceux qui ont été convoqués récemment voient leur tour de service remis à plus tard.

Les détails susmentionnés montrent quels peuvent être les emplois d'un ordinateur pour ce genre d'opération. Il se charge également d'adresser à chaque donneur, une lettre de remerciement indiquant ses valeurs globulaires et sa vitesse de sédimentation ainsi que la date du prochain don de sang.

A Uppsala, la production unitaire pour 1966 (après l'adoption du nouveau système) s'est accrue de 25% , pour un personnel et un nombre de donneurs demeurés identiques. On estime que le travail effectué par l'ordinateur représente une économie équivalent au travail de deux membres au moins du personnel de bureau. Son prix de revient est d'environ 400 F. français par semaine, ce qui représente environ un franc par unité.

La transmission des données entre le lit du malade et la Banque de sang se fait par carte perforée . Tous les renseignements portés sur les cartes perforées, outre qu'ils figurent sous une forme écrite, peuvent être lus par la machine, ce qui peut être utile lorsqu'on souhaite procéder à une nouvelle exploitation électronique des données, par exemple pour débiter les dépenses, établir des statistiques ou procéder à des enquêtes spéciales.

Trois exemplaires de cartes identifiant les groupes sanguins des malades sont destinés à la salle d'Hôpital. Lorsqu'il a besoin de sang, le Médecin se sert de l'une de ces

.../...

cartes comme d'un bon de commande et l'envoie au Laboratoire.

3- Laboratoire de cytodiagnostic de l'Hopital Universitaire de Lund .(+)

Tous les 4 ans, des frottis sont prélevés sur toutes les femmes âgées de 30 à 54 ans ..

L'enquête porte actuellement sur un nombre annuel de 15.000 femmes.

Pour éviter de devoir remplacer des secrétaires par des perforatrices, on adresse aux femmes une convocation et un questionnaire assez complet ou les réponses " oui-non " sont remplacées par des signes à lecture optique. Ce questionnaire simple est rempli à domicile , sans aucune aide , puis apporté au bureau de la sage femme aux fins de vérification uniquement. La sage femme complète alors le questionnaire et prélève le frottis qui est marqué au moyen d'une étiquette imprimée à l'avance .

Les frottis sont envoyés au Laboratoire cytologique , où ils sont entreposés jusqu'à l'arrivée des questionnaires et des renseignements sur l'état gynécologique fournis par l'ordinateur.

Le résultat de l'examen cytologique est indiqué sur une formule à lecture optique. Dans le cas où un signe indique la présence d'une tumeur bénigne, l'ordinateur produit automatiquement une lettre toute faite destinée à l'intéressée .

(+) Directeur : Dr.NG. STORMBY.

.../...

Les frottis indiquant une cytologie anormale sont également enregistrés sur la formule d'examen cytologique à l'aide d'un signe unique. Dans le cas de tumeurs suspectes ou caractérisées , où s'il est nécessaire de procéder à un frottis de contrôle , l'ordinateur choisit automatiquement celui qui convient parmi dix messages possibles. Si le malade doit être hospitalisé , l'ordinateur choisit la consultation gynécologique la plus proche et indique également l'heure et le jour fixés pour l'hospitalisation .Le renseignement est donné sous forme d'un code qui permet de composer sans interruption différents types de messages. Le système comporte également un dispositif de contrôle qui permet de déceler facilement les causes des imperfections dans les frottis, ainsi que de vérifier la qualité du dépistage.

Lorsqu'une femme répond affirmativement à des questions concernant, par exemple les saignements au moment de la ménopause ou une perte de poids marquée , elle est automatiquement priée de se rendre à la consultation gynécologique.

Tous les renseignements provenant du questionnaire et du laboratoire de cytologie sont réunis dans une formule sommaire du type mentionné ci-dessus, qui est envoyée au laboratoire avec le frottis vaginal. Le gynécologue enregistre ses conclusions sur une formule à lecture optique.

Les biopsies et curetage sont également signalés par le pathologiste sur une formule à lecture optique. Quand l'échantillon arrive à l'institut de pathologie, il est accompagné d'une formule sommaire où figurent les informations communiquées par l'intéressé , le cytologiste et le gynécologue. Pour ne pas utiliser trop de place, seuls les renseignements à jour y sont indiqués complètement , les informations moins récentes étant éliminées automatiquement.

.../...

Un des éléments saillants de ce système d'information , est sa capacité de rappel. C'est ainsi que les malades sous surveillance font l'objet d'une nouvelle convocation et que celles qui ne se présentent pas à l'examen font l'objet d'un rappel. Des listes de malade (cas négatif, positif et sous surveillance) sont continuellement diffusées au secrétariat central , aux laboratoires et aux cliniciens.

4- Dosages biologiques automatiques Au Edimbourgh Royal Infirmary (+)

Il y existe un ordinateur Elliott 903 qui est relié à des appareils d'analyse automatique. Il apporte une rapidité et une sécurtié de fonctionnement, car il est capable de mettre à jour les dossiers des malades.

On conçoit son utilité compte tenu d'une augmentation annuelle de 15% du nombre des examens biomédicaux, ce qui donne quelques 50 milliers d'examens à l'heure actuelle.

5- Dosages biologiques à l'Université du Wilconsir

Une équipe y étudie un projet destiné à automatiser les travaux du laboratoire clinique de l'hopital.

Ce projet LABCOM (Laboratoire aidé par ordinateur) permet de traiter , en temps séparé, des fichiers et des calculs, avec possibilité de cumulation et d'analyse statistique avancée.

(+) Laboratoire de Chimie Clinique du Professeur Whitby.

Une version d'exploitation en temps réel permet d'étendre les calculs à des données acquises sur 16 canaux analogiques : Ceci permet d'obtenir la résultante de plusieurs analyses effectuées sur un même échantillon.

Le système LABCOM est prévu pour fonctionner avec un ordinateur PDP Line 8 .

6- Dosages biologiques à l'Hôpital Général Perth Amboy (+).

Les examens biologiques y sont exécutés manuellement, puis les résultats sont transmis à un ordinateur qui possède déjà des informations sur les patients. Un regroupement interne interprète et reporte alors les résultats sur le dossier de chaque patient. L'ordinateur fournit des rapports cumulatifs, évolutifs et historiques , faisant ressortir les données observées et certaines valeurs considérées comme normales, compte tenu du sexe et de l'âge . L'ordinateur dresse également un compte rendu quotidien des cas anormaux ou comportant des examens incomplets.

Bien que l'ordinateur utilisé soit une petite machine, il a diminué de six fois les temps de travail, d'environ 800.000 examens par an, et la capacité du Laboratoire a triplé depuis son installation.

7- Dosages biologiques à l'Hôpital Roslagstulls à Stockolm.

Deux personnes seulement peuvent effectuer 3000 analyses de sang à l'heure , sur les 20 postes d'une installation Auto chemist. Il faudrait 100 techniciens avec les méthodes et équipements usuels .

(+) Docteur P. HICKS, Université du Visconsin .

Cette installation a été conçue par les deux frères, les docteurs G. & I Junguer : son appareillage central mesure 4m de long et est inférieur à la dimension d'un laboratoire classique.

Les résultats sont transmis à un ordinateur qui les traite en temps réel et qui les fournit sur documents imprimés et sur bande magnétique.

Si le coût de la machine a dépassé 2.500.000 F. le prix de revient d'un éxamen élémentaire s'élève à 12 centimes au lieu de 3 F.

Les U.S.A. en ont déjà commandé 4 exemplaires, dont un a été installé fin 1967 à la Kaiser Foundation à Oakland (Californie)

8- Dosages biologiques et biophysiques à la Kaiser Foundation:

On y effectue des examens de santé multiphasiques depuis 1951. Elle automatise le maximum d'opérations possibles depuis 1960. Actuellement deux centres expérimentaux traitent 20 sujets à l'heure chacun (plus de 50.000 par an), tout au long de 20 postes d'examen parcourus en deux ou trois heures.

Il n'y a qu'un seul ordinateur installé dans un centre et auquel l'autre centre est relié , les examens effectués sont les suivants :

1- poids - taille
2- Pouls et pression artérielle
3- Acuité visuelle
4- Tension occulaire, photographie de la rétine
5- Audiométrie
6- Spirométrie
7- mammographie
8- Electrocardiogramme.
9- Phonocardiogramme
10- Analyses du sang et de l'urine .

.../...

Il existe aussi un questionnaire psychologique : 207 questions sont perforées sur cartes et il suffit de mettre les cartes dans une boite " oui" ou dans une boite " non " .

L'ordinateur reçoit tous les résultats , détecte certaines corrélations et imprime un dossier médical, dont le but est double :

- signalétique et descriptif a visée anamnésique
- préventif = il permet des dépistages précliniques et de mettre en oeuvre des moyens de prévention adaptés

9- Dosages biologiques - biophysiques et analyse des E.C.G. au Laboratoire du Docteur GUIGAN.

Le Docteur GUIGAN a PARIS, a doté son laboratoire biomédical, d'un ensemble de traitement de l'information, bati autour d'un ordinateur I.B.M. 360/30, en vue de :

- développer les méthodes automatiques pour l'analyse d'échantillons au Laboratoire,
- dépouiller en temps réel des électrocardiogrammes captés sur place ou à distance,

Le premier système fait appel à la modification colorimétrique d'un certain nombre de substrats sous l'action de divers réactifs ou germes . Les analyses classiques et celles qui relèvent de la bactériologie peuvent alors s'effectuer à grande vitesse en faisant défiler les substrats devant des analyseurs lumineux, dont les signaux sont convenablement entrés et traités dans l'ordinateur. Ce dernier fournit les résultats en quelques heures et très économiquement au lieu des quelques jours nécessaires actuellement.

Le second système n'utilise qu'un appareil capteur simplifié au chevet du patient. Les signaux analogiques sont transmis par modem et ligne téléphonique à un modem de conversion

.../...

analogique numérique pour leur entrée dans l'ordinateur. Ce dernier les traite en multi-programmation et en temps réel .

La sortie de l'ordinateur peut s'effectuer :

- sur imprimante,
- sur écran de visualisation,
- par réponse vocale " coeur normal " " coeur pas normal "

Le programme de dépouillement a été établi à la Mayo Clinic (U.S.A.) Il peut être de 3 types :

1- un dépouillement série , avec un terminal relativement bon marché, mais moins précis;

2- un dépouillement parallèle : avec un terminal plus cher, mais plus précis ;

3- un dépouillement appelé vecto-cardiographique, qui une étape nouvelle dans l'étude des électro-cardiogrammes et qui consiste à obtenir du coeur une image électrique à travers un trièdre (tri-rectangle) , d'où le nom de vecto-cardiographie opposé à celui de scalaire-cardiographie , où l'image cardiologique était obtenue à travers un espace à 2 dimensions.

10- Calcul des temps de traitement en radiothérapie à l'Institut Gustave Roussy (I)

L'Institut Gustave Roussy se sert depuis 3 ans d'un petit calculateur électronique , qui permet d'utiliser 4 programmes simples, pour calculer les différentes énergies de rayonnement amployées.

Une première bande assure l'identification du malade . La deuxième fournit les données numériques relatives aux différents champs d'irradiation.

L'opérateur indique les données du traitement prévu :

.../...

distance de traitement, débit de référence à 1 mètre, profondeur de la tumeur et dose voulue pour chaque séance.

Le calcul comprend la variation de débit dans l'air en fonction du débit du collimateur , sa correction en fonction de la distance , le coefficient de rétrodiffusion et le calcul du rendement en profondeur.

Le temps total pour un calcul y compris l'enregistrement dactylographique des données, varie de 2mm1/2 pour la mesure du rayonnement global à moins d'une minute pour les faisceaux d'électrons.

11- Calcul des temps de traitement à l'Hôpital d'Orebro (Suède)

J.E. PERSON de l'Hôpital Régional d'OREBRO, Suède , a mis au point avec Siemens un programme permettant de calculer le dosage exact des rayons radioactifs émis par le bétatron de 42 MeV, utilisé pour l'irradiation de tumeurs malignes, en lésant au minimum les régions avoisinnantes.

Les calculs d'isodoses des champs fixes superposés sont difficiles et fastidieux , mais on peut donner à l'ordinateur la position de la tumeur et la dose nécessaire à sa destruction . Les doses admissibles selon les tissus et organes sont enregistrées dans la mémoire et l'ordinateur calcule les paramètres d'irradiation: angle d'attaque, largeurs de champ. Ce processus n'est pas encore au point.

On peut déjà faire calculer par l'ordinateur la répartition des isodoses des champs fixes à partir des paramètres choisis à priori et variés jusqu'à obtention de la répartition optimale. Ce calcul n'est pas compliqué mais il est très long.

Le programme considéré permet à l'ordinateur de calculer et d'imprimer la répartition des isodoses en quelques minutes, au lieu d'une journée pour un radiothérapeute exercé.

Les valeurs de dosage ne sont pas sorties sous forme d'un tableau à colonnes , mais sous forme de nombres

.../...

imprimés directement en fonction de leur répartition géographique, ce qui oriente visuellement l'action des radiothérapeutes.

12- Analyse Automatique d'Images (système FIDAC) en Génétique

La National Biomedical Research Foundation a permis la construction d'un système d'analyse automatique d'images appelé FIDAC (Film Imputto a Digital Automation Computer). Un Négatif de photographie est examiné par densimétrie. Un faisceau lumineux balaye le film, comme le faisceau cathodique d'un écran de télévision. Une cellule photo-électrique permet de coder l'intensité lumineuse: chaque point exploré donne naissance à un nombre qui en mesure la densité optique . Ces nombres peuvent entrer en machine à un rythme atteignant 200.000 par seconde. Le déplacement du faisceau lumineux peut être programmé de façon à ce que la région intéressante, répérée sur certains critères, soit explorée de façon beaucoup plus serrée.

Le système FIDAC peut être utilisé dans la recherche histologique (mise en évidence de certaines caractéristiques sur des milliers de cellules) en rhéologie (étude du mouvement des cellules sanguines dans le capillaire). Un des résultats les plus spectaculaires est l'étude automatique des "caryotypes " . Il est devenu extrêmement intéressant depuis quelques années, d'examiner individuellement les 46 chromosomes humains. Dans certains cas pathologiques , ils peuvent montrer des anomalies de forme et de nombre : tel est le cas notamment du mongolisme,où un des chromosomes se trouve à trois exemplaires au lieu de deux normalement .

Au moyen d'un artifice technique,on arrive à obtenir

.../...

étalés sur une photographie, les chromosomes humains (46 normalement), lors d'une division cellulaire. Utilisant les densités optiques numériques recueillies par FIDAC, R.S. Ledley et ses collaborateurs ont pu écrire un programme qui repère les chromosomes , en mesure la longueur , en détermine la forme et détecte les éventuelles anomalies. On arrive ainsi à lire un "caryotype " en une vingtaine de secondes avec un ordinateur I B M 7094.

13- Analyse Automatique d'Images radiologiques (Système MEDEVA) en Suéde .

Trois hôpitaux Suédois (Hôpital Serafimer de Stockholm, Hôpital Général de Malmo et Hôpital Central de Joukoping) expérimentent le système MEDELA mais au point par SAAB par le diagnostic des radiographies.

Le système comporte des unités de mémoire rattachées à un écran cathodique et à une machine à écrire électrique . On entre des informations standards sur les radiographies et la machine sort les résultats en langage courant et/ou les conserve enregistrés. 75% des radiographies donnent des résultats dactylographiés , 20% appellent des informations complémentaires et 5% ne sont pas traitables par le système.

Les chercheurs de Médela estiment que les résultats obtenus sont comparables à ceux des méthodes conventionnelles. Ils se félicitent de la rapidité du travail .

14- Analyse Automatique d'images à l'Université de Californie(+)

On utilise l'ordinateur pour aider l'interprétation des images radiologiques.

.../...

C'est ainsi que les radiophotos des chromosomes sont balayées sur un écran cathodique. Les valeurs numériques obtenues sont enregistrées sur un ordinateur 360/75 et sur bande magnétique.

L'ordinateur établir un classement des chromosomes et signale toute anormalité existance et les corrélations avec différentes maladies ou désordre génétiques.

Les études portent aussi sur l'amélioration des images radiologiques , notamment des poumons et du crâne. Ces images sont traduites en valeurs numériques, chaque plage de la radiographie étant convertie en un nombre qui représente sa plus ou moins grande transparence. L'ordinateur traite ces nombres de façon à faire disparaître des images parasites , à corriger certaines déformations et à augmenter le contraste.

L'image améliorée est projetée sur écran cathodique et fait ressortir de subtiles nuances, qui peu sensibles autrement , même pour un spécialiste exercé , deviennent visibles.

+

+ +

(+) Drs.Amos Norman et Harvey Frey-Los Angeles.

B/ INFORMATIQUE ET SURVEILLANCE DES MALADES

1- Capteurs isolés - Surveillance Centralisée - Monitoring

Les signaux obtenus par des capteurs de type divers peuvent faire l'objet de méthodes d'exploitation classiques, qui utilisent en particulier :

- l'enregistrement graphique sur un traceur automatique ,
- La visualisation sur un écran cathodique.

Ces deux techniques peuvent concerner un seul tracé, plusieurs tracés et même l'examen simultané de plusieurs données différentes (rythmes cardiaque et respiratoire, EEG , tension et température par exemple) , et aboutir à l'intéressantes comparaisons polygraphiques.

La réalisation d'examens multiples conduit naturellement à placer en permanence divers capteurs sur un patient alité ou en salle d'opération et de réanimation. Cette surveillance médicale permet de suivre en même temps les réactions de plusieurs malades et d'être alerté par voie sonore ou autre , lorsqu'un événement donné dépasse les limites qui lui ont été assignées.

.../...

La saisie permanente d'un grand nombre de données et la possibilité d'obtenir une réponse automatique par certains appareils, connectés à la centrale de surveillance et placés au chevet des malades, sont du domaine de ce qu'on appelle couramment " le monitoring "

L'enregistrement des données essentielles s'effectue couramment sur bande magnétique, sous forme analogique.

Ces bandes analogiques peuvent être converties à tout moment sous forme numérique, pour toute utilisation ultérieure. Les développement des ordinateurs " dits hybrides " permettra dans un proche avenir d'exploiter directement les données analogiques et numériques sans conversions intermédiaires.

Comme l'automatisation le monitoring est davantage une systématisation , un état d'esprit , qu'une technique . C'est avant tout l'assemblage d'un grand nombre de mesures de nombreux paramètres , leur groupage et leur traitement en temps réel , ce qui permet une surveillance constante et étroite des constantes physiologiques d'un individu.

2- Surveillance cardiaque à l'Hôpital Lariboisière .

A l'Hôpital Lariboisière , dans le service de cardiologie du Professeur Yves BOUVRAIN, les malades atteints de pouls lent permanent , sont placés depuis plusieurs années sous la surveillance d'un ordinateur électronique, qui alerte l'équipe médicale s'il y a arrêt cardiaque ou accélération exagérée du rythme. Ce " Monitor " enregistre le tracé E.C.G., surveille le pouls capillaire, en note le rythme, et pour plusieurs malades à la fois. Il met le stimulateur en route et transmet le courant électrique à l'électrode de la sonde intracardiaque maintenue en place . Il peut même en cas de fibrillation, commander l'électro-choc. Le Professeur Yves Bouvrain avoue cependant qu'il n'a jamais eu le courage d'appliquer chez l'homme le traitement automatique par électro-choc.

.../...

3- Unité de surveillance intensive de Los Angeles Country - Hospital-

Ce dernier dispose d'un petit ordinateur ou la surveillance de trois malades en état de choc . Ces malades porteurs de capteurs (sondes de pression intraveineuse et intra artérielle , thermomètres divers , débimétres urinaires, électrodes pour électroencéphalographe).

Les données analogiques recueillies sont converties en signaux numériques et transmises au calculateur qui imprime périodiquement (toutes les deux ou cinq minutes) un bilan hémodynamique complet du patient, fournissant ainsi des éléments de surveillance chez des sujets dont la condition est .

On n'en est encore qu'à des essais timides , mais il est très vraisemblable que dans les années 80, tout service de réanimation disposera d'une installation de ce type.

4-Le monitoring du Presbyterian Médical Center de San Francisco

Au Presbyterian Médical Center de San Francisco, a été mis au point un service d'alerte, par Monitoring complet, en liaison avec I B M . Ce système est utilisé pour la surveillance post-opératoire des opérés à coeur ouvert. 25 facteurs vitaux sont constamment affichés après traitement sur un écran près du malade. Les mesures portent sur la pression sanguine, le rythme cardiaque, la respiration et la température du corps. Des signaux d'intervention appellent les responsables , en fonction des ordres prescrits pour chaque malade par le médecin traitant.

Ce système peut :

.../...

. Centraliser , analyser les données se référant aux valeurs de consigne fixées par les médecins.

. Calculer des valeurs et corrélations normalement ignorées ou difficiles et longues à obtenir.

. Produire un compte rendu minuté, permanent pour chaque malade.

. Surveiller jusqu'à 3 malades simultanément.

L'unité intensive des soins cardiopulmonaires bénéficie de ce système depuis Mars 1967 et détecte ainsi des complications plusieurs heures avant l'apparition de signes cliniques, observables par les méthodes classiques.

5- Etudes analogiques de constantes sanguines (équilibre acido-basique, température et divers)

Le remplacement d'un phénomène physique à étudier par un autre phénomène mieux connu, revient à réaliser un modèle mathématique à l'aide d'opérateurs électriques simples , qui effectuent des fonctions d'addition, de multiplication, d'intégration continue...et engendrent des fonctions expérimentales. On peut ainsi déterminer les mesures d'un paramètre en connaissant ses causes et ses effets.

C'est ainsi qu'on peut étudier par simulation l'équilibre sanguin acido-basique qui est soumis à la triple régulation sanguine, pulmonaire et rénale .(+)

La simulation mathématique des trois éléments de ce système de base peut se faire à l'aide d'analyses d'équations et d'hypothèses simplificatrices très complexes pour l'entendement humain. Il est par contre aisé de câbler les équations

.../...

(+) Le calculateur employé est de marque ANALAC.Une utilisation de ce type est faite par CUVELLEROY à la Faculté de Médecine de Paris.

de base dans un calculateur analogique visualisant les résultats au moyen d'un traceur de courbes.

Les travaux se poursuivent pour utiliser des équations moins approximatives et un plus grand nombre de paramètres.

La machine offre ici un support matériel constituant une aide précieuse à la compréhension des mécanismes mis en jeu, tant pour la formation que pour la recherche et les soins.

Des chercheurs des Universités du Kentucky et du Vermont travaillant avec la division médicale d'I.B.M., I 1967 , ont mis au point, un appareil portatif capable de maintenir le sang d'un patient, aux conditions de température désirée par les chirurgiens au cours d'une opération . Les dimensions de cet appareil peuvent permettre son utilisation en temps de guerre, dans des hôpitaux de campagne.

Autres réalisations :

.un ventricule cardiaque mécanique commandé électroniquement permet de simuler les principales fonctions du coeur.

.des dispositifs d'acquisition de l'information branchés sur un malade , permettent de contrôler les conditions de flexibilité des articulations : des dispositifs sont reliés a des ordinateurs qui peuvent produire des graphiques mettant en évidence les troubles provoqués, par exemple, par l'arthrite.

.l'ordinateur Elliot 903 est actuellement installé au Service de Recherches sur l'Anesthésie du Royal College of Surgeons.Il est relié par Télétransmissions à divers hôpitaux situés dans un rayon d'une dizaine de kilomètres, et il peut traiter des cas d'alerte médicale : Arythmie cardiaque, hypertension etc..

6- Expérience de Précontinent III

En 1965, l'équipe de Précontinent III (+), expérimenta

.../...

(+)Commandant COUSTEAU.-

les conditions de la vie sous marine à 200 métres sous l'eau. Une telle expérience posait deux problèmes :

-l'une de surveillance médicale immédiate,

-l'autre , d'exploitation d'une masse importante d'information ce qui nécessita l'utilisation d'un ordinateur. Comme il ne pouvait être installé dans la sphère de 5 métres de diamétre ou 6 hommes devaient vivre et travailler, on utilisa un terminal connecté par l'intermédiaire d'un relais situé au Musée océanographique de Monaco à un ordinateur I B M 1620 .

L'équipe de Précontinent III fut ainsi 24 H. sur 24 en liaison avec une autre équipe à terre et avec un ordinateur. Informations , questions et réponses s'échangèrent sans interruption par l'intermédiaire de l'écriture et de la voix, tandis que l'ordinateur enregistrait tout ce qui lui était destiné, effectuait les traitements immédiatement nécessaires en consultant les fichiers voulus, et stockait sur disques tout ce qui lui était prescrit.

+

+ +

C/ INFORMATIQUE ET RECHERCHE

1- Utilisation d'un petit calculateur dans un centre de recherche biologique

M. Gervais du Laboratoire Clin Byla à Paris a précisé comme suit l'aspect calcul dans les recherches pharmaceutiques et les services que peut rendre un petit calculateur.

" Pour nous, chercheurs de la biologie, notre recherche consiste à répérér des signes dans la confusion apparente des phénomènes naturels sur lesquels nous travaillons.

Dans la pratique, les lois de probabilité auxquelles obeissent les tribus de résultats, ne sont accessibles qu'à travers des statistiques , dont la manipulation est toujours fastidieuse .

L'expérimentation sur des lots nombreux d'animaux ou de malades amène des quantités de résultats très grands, qu'un chercheur seul ne peut traiter. "

Un petit calculateur n'est sans doute pas très performant, mais il constitue un relais intermédiaire intéressant entre les réalisations automatiques des ordinateurs et les calculs sans équipement .

.../...

2- Analyse des E.C.G.

Il y a déjà plusieurs années que divers hôpitaux et Centres de diagnostic américains utilisent les ordinateurs pour l'analyse des E.C.G.: Caceres , Pipberger , Hyde de Smith à la Mayoclinic, l'équipe du Mont Sinaï Hospital.

En France plusieurs équipes se sont créées, en particulier l'une voiçi deux ans à l'hôpital Boucicaut sous la direction des professeurs Lenègre et Schwartz , son but est de perfectionner l'acquisition des données et de mettre au point un programme qui permette de perfectionner constamment le traitement automatique des E.C.G.

L'appareillage mis en place à Boucicaut donne une analyse très fine du tracé et permet d'enregistrer 4 dérivations simultanées , ainsi que les 3 dérivations oct ogonales du système de Franck.

Cette équipe poursuit activement l'étude des méthodes de télétransmissions et des possibilités d'analyse en temps réel.

A l'Institut Blaise Pascal , une équipe de chercheurs comprenant en particulier : M. GAUDEAU et Melle COURTOIS se consacrent à l'étude des électrovecto-cardiogrammes.

Ils travaillent en liaison étroite avec le Docteur Chartrain du Laboratoire de Vectocardiographie de l'hôpital Foch à Suresnes. Ils ont mis au point et traitent le programme suivant :

- trois dérivations ECG enregistrées simultanément à Foch sont transmises à Blaise Pascal par le réseau téléphonique,

- les valeurs sont traitées et les résultats se présentent sous forme de courbe et de paramètres caractéristiques suivis d'une interprétation diagnostique sélective.

- l'impression définitive a lieu à Foch après transmission téléphonique.

.../...

Le programme conçu et rédigé à Paris est déjà partiellement repris et utilisé par l'Université de Harvard, ce qui montre bien la valeur du travail effectué en France, malgré l'avance technologique certaine des Américains.

L'équipe du CNRS poursuit des études pour créer un modèle de l'électrogénèse cardiaque, notamment une simulation de la dépolarisation du myocarde , au niveau des ventricules . L'observation de l'onde réelle et sa comparaison avec le modèle permettront de mieux comprendre le phénomène, d'en surveiller l'évolution et d'en dépister les anomalies, avec toutes les erreurs et incertitudes rencontrées dans un domaine aussi mal connu et complexe.

L'ordinateur confirme bien ici son double rôle comme outil de la recherche et comme instrument d'aide médicale.

3- Informatique et recherche Génétique.

Signalons une intéressante étude Génétique qui est poursuivie actuellement par un chirurgien américain (+), sur 7.000 variétés de narcisses en remontant à la 7è- génération, avec un I.B.M. 1440.

Pour définir l'arbre généalogique d'une espèce donnée, la seule façon de procéder consistait à compiler les caractéristiques de chaque génération en examinant scrupuleusement les nombreuses variations morphologiques de la plante.

Un tel travail, naturellement, implique une énorme dépense de temps, s'il est fait manuellement, et pour des résultats souvent minces. Maintenant documentation et recherches sont automatisées. En moins de 5 minutes, l'ordinateur fournit la liste complète des caractéristiques de n'importe quelle plante individuelle en remontant à la 7ème génération.

Pour chaque variété sont établies des cartes perforées rassemblant 8 données fondamentales : le nom de la variété, son

.../...

(+) Dr. Throckmoton -Hopital Méthodiste de l'IOWA des Moines (USA)

ascendance, son origine, la saison de la floraison, la taille, la description des fleurs , le nombre de chromosomes et l'époque de fécondation. Toutes ces informations , établies pour 7.000 variétés différentes sont ensuite enregistrées sur bande magnétique puis transférées sur une unité à disques, celle-ci permettant l'interrogation directe des informationsenregistrées.

Grâce à l'extrême rapidité de ce traitement et à l'énorme quantité de données en mémoire, il devient relativement simple d'obtenir les caractéristiques génétiques d'une variété particulière ou un tri selon n'importe quelle autre variable couleur des fleurs, période de floraison, etc....Une recherche typologique peut ainsi dégager toutes les espèces de narcisse d'une couleur donnée, poussant dans une certaine zone géographique et apparentées à une espèce fleurissant à date précise.

Cette application pourrait paraître à première vue trop particulière ou trop spécialisée; en fait, on voit bien que ce qui peut être réalisé pour le narcisse jusqu'à la 7 ème génération s'applique tout aussi bien à l'étude de bien d'autres problèmes sur l'hérédité.

4- Informatique et recherches Neuropsychiatriques

Harline, Ratcliff et leurs collaborateurs(+) poursuivent des études sur les propriétés temporelles et spatiales de l'intéraction entre les récepteurs de la rétine,en stimulant localement l'oeil d'un crabe par des faisceaux focalisés. Les données sont exploitées sur ordinateur CDC 160 A avec le schéma suivant :

- un programmeur commande les stimuli,
- les réponses des fibres optiques sont recueillies et normalisées,
- les données ainsi obtenues sontentrées dans l'ordinateur,
- les résultats sont sortis sur traceur et machine à écrire,

un oscilloscope permet, en outre , de visualiser à la fois

.../...

certains éléments de la programmation et les réponses avant traitement.

Au Burden Neurological Institut de Bristol, W. GREY WALTHER , utilise un PDP line 8 pour automatiser l'interprétation des E.E.G. Il utilise le FORTRAN qui lui permet de poursuivre une analyse élaborée des réponses fournies à des stimuli déterminés. Il a pour mettre en évidence la variation négative aléatoire de l'onde d'attention,qui caractérise l'attention, la réflexion et la décision manifestées par l'esprit humain en présence d'une stimulation donnée. Cette onde apparait comme essentielle dans les activités d'apprentissage . Il a l'intention d'inventorier zone par zone les régions du cerveau intéressées par la génératrice de l'onde d'attention.

W.GREY WALTHER poursuit aussi des investigations sur les causes de l'épilepsie , de la migraine et des névroses chroniques.

Si l'ordinateur entre dans le cabinet du médecin, il s'installe aussi dans celui du psychiatre. K.M. Colby, J.P. Gilbert de l'Université de Californie , ont rédigé un programme permettant à un ordinateur I.B.M. 7090 de préparer les travaux du psychiatre en dialoguant lui même avec le patient durant les premières séances.

Le patient est mis devant un terminal. Il frappe sur le clavier une phrase puis en signale la fin. A distance , l'ordinateur cherche en mémoire les éléments de réponse qu'il renvoie sur l'unité terminale où ils s'impriment et le dialogue s'engage.

Bien entendu, l'ordinateur ne comprend pas le sens des phrases qui lui sont adressées. Il les analyse mot après mot pour y détecter des "mots-clés ". Ceux-ci peuvent être des mots isolés comme "mère", "soeur" , "père " ou des groupes de mots : "je hais " "Je ne sais pas " ou " je n'aime pas " . Ces clés déclenchent automatiquement les réponses.

.../...

Ainsi une phrase contenant le mot " soeur " provoque la question " parlez moi de votre famille ". Et si le patient se dérobe, frappe par exemple " il pleut dehors ? " Dans ce cas de dérobade flagrante , l'absence de mot-clé provoque la question " Parlez-moi donc donc un peu de votre père " .

Lors d'une communication à l'Académie des Sciences Morales et Politiques,en Juin 1967, le Professeur Pichot a présenté ses observations et ses expériences personnelles sur ce sujet,

La première expérience américaine faite en 1964 sur 314 malades, n'a montré une concordance entre le diagnostic de l'ordinateur et celui du psychiatre que dans 13% des cas. Mais le traitement suggéré dans ces cas par l'ordinateur était , semble-t-il, plus précis et plus souvent approprié que celui auquel conduisait le raisonnement du médecin.

L'expérience entreprise en France par le Professeur Pichot et quarante de ses collégues, a donné des résultats beaucoup plus frappants , tenant sans doute à une appréciation plus claire et plus précise de la symptomatologie observée.

L'accord entre diagnostic clinique et diagnostic par ordinateur a été de 64% et de 82% lorsque le diagnostic par "famille de maladie " était demandé.

Le Professeur Pichot en conclut que le diagnostic psychiatrique par ordinateur est possible : cette constatation implique un certain nombre de " remisesen cause " fondamentales des méthodes descriptives, pour aboutir à une réflexion nouvelle sur le sens des notions classiques que sont les types , les symptomes , les traits, compte tenu que la démarche de l'esprit humain lors de l'établissement d'un diagnostic est très différente , de celle de la machine : l'homme procède par approximations successives , la machine traite très rapidement et simultanément toutes les informations qui lui sont apportées.

.../...

Un robot psychiatre a même été présenté à un meeting annuel de l'Académie américaine de médecine physique à San - Francisco . Son inventeur est le Docteur Louis J. West , Professeur de psychiatrie au Centre Médical de L'Oklahoma .

Quand le patient franchit le seuil du bureau du"psychiatre robot " du centre médical de l'Oklahoma , ce qu' il entend est identique à ce que lui dirait un psychiatre .Mais c'est un robot qui lui dit : " Je vous en prie, entrez et assoyez vous donc " Il commence à le prier d'entrer et de s'asseoir , puis suivant toujours la tradition " Commençons-nous?" lui demande -t-il ..

C'est un magnétophone dirigé par un ordinateur "programmé " pour mener un entretien avec un patient . Il peut faire face aussi bien aux réactions type " silence " du patient, qu'à son bavardage incessant . Si le patient ne parle pas au robot pendant deux minutes , la machine le relance : "Vous disiez ? " Si le patient s'obstine encore dans son mutisme , la machine s'obstine elle aussi et répète sa question , puis fait réentendre au patient ce qu'il a dit durant la dernière minute de l'"entretien " .

Si le patient parle trop doucement, la machine dit simplement : " S'il vous plait, parlez plus haut! " au contraire, si le patient commence à parler trop bruyamment , la machine le calme ou tente de le calmer : " Ce n'est pas la peine de vous fâcher, vous savez , je ne suis qu'une machine!".

L'appareil comporte aussi un système d'enregistrement du rythme cardiaque, de sorte qu'on peut voir à quels moments le pouls s'accélère de 10% ou plus, ce qui est considéré comme un indice de l'émotion accompagnant ce qui est dit simultanément .

A chaque visite,la machine est capable de dire : "Ces passages de notre dernière conversation (sic) semblent significatifs ! " et de les faire réentendre. Il est en effet

.../..

souvent bénéfique de faire réentendre à chaque séance, ou en cours de séance l'enregistrement magnétique de ce qui a précédé.

Mais rien n'a été dit sur l'acceptabilité d'une telle machine par le malade.

5- En recherche diverse au Talmage Mémorial Hospital. -

L'Eugène Talmage Mémorial Hospital , à Augusta , en Georgie, exploite un NCR 315 et participe à un projet conjoint entre NCR et l'Université de Georgie pour :

- élaborer des programmes d'informatique médicale,
- former les spécialistes chargés de travailler avec ces programmes .

Une équipe de médecins , infirmières , documentalistes médicaux et diététiciens coopère avec les spécialistes NCR du secteur hospitalier pour mettre au point une trentaine d'applications sur calculateur, qui permettront d'obtenir, quasi instantanément toutes les informations médicales nécessaires à la recherche et au traitement des malades. La première de ces applications concerne la tuberculose.

Par ailleurs un autre système NCR 315 a été commandé par ce même établissement pour effectuer un certain nombre de travaux complémentaires, tels que : les statistiques médicales, le répertoire complet des maladies, le catalogue des produits pharmaceutiques à utiliser pour un traitement , le contrôle médical des patients , les rapports d'activité des laboratoires, le répertoire des opérations chirurgicales, les rapports de gestion de la Banque du Sang , le stockage des archives médicales etc. ...

.../...

6- En recherches diverses au Technological Drexel Institute

Au Technologic Drexel Institute à Philadelphie , un équipement comprenant un PDP 8 avec une unité centrale de 4 K, cycle de 1,5 us, un télescripteur à 10 Car/sec., un écran de visualisation, un convertisseur analogique numérique recevant les signaux des capteurs et les mettant en forme pour l'entrée dans l'ordinateur , a permis de maitriser diverses techniques biomédicales en particulier :

- - la coordination de l'oeil et de la main,
  - l'extraction du bruit des électrocardiogrammes foetaux,
  - la simulation de réactions musculaires,
  - le modèle de la circulation artérielle,
  - l'analyse des contractions utérines.

L'ordinateur effectue, entre autres, des correlations, des transformations linéaires et des calculs de transitoires moyennes.

+

+ +

D/ INFORMATIQUE DOSSIER MEDICAL ET INFORMATION

1- Dossier Médical

D'ordinaire , afin de situer son malade, le médecin pose à ce dernier les questions rituelles "Dormez-vous bien?" "Avez-vous bon appêtit ?" etc.. et note ses réponses. Dans la clinique du Docteur J. SCHMID à Vienne, chaque malade reçoit à l'entrée un certain nombre de cartes perforées sur lesquelles ces questions sont libellées en clair. Il peut y répondre par "oui" "non" ou " je ne sais pas " ; pour cela il lui suffit de déposer une carte "oui " dans une boite 1, une carte "non" dans une boite 2, une carte " je ne sais pas " dans une boite 3. Les cartes ainsi disposées sont traitées par un IBM 1130; quelques minutes plus tard , le médecin a devant les yeux une première liste de renseignements.

Passons maintenant à l'auscultation et aux divers examens que subit le malade ; une codification simple permet d'enregistrer immédiatement les résultats sur cartes. Lors du traitement, l'ordinateur va rechercher en mémoire les informations , observations et remarques les plus récentes sur chaque résultat d'examen . Quelques minutes plus tard sont fournis des éléments permettant de compléter le diagnostic.

.../...

Les reflexes et la " mémoire"du 1130 " ne sont que le résultat d'instructions-machine qui composent les programmes " inventaire des maladies " et " proposition de diagnostic " .

De ce fait l'ordinateur, compulse parmi les centaines de symptômes et maladies emmagasinés dans sa mémoire électronique et retrouve les caractéristiques correspondant à des affections pathologiques déterminées. Il parvient à des combinaisons auxquelles même un médecin expert pourrait difficilement accéder. Le médecin a ainsi immédiatement à sa disposition une première analyse complète du cas. Il est en mesure, si les circonstances l'exigent, de prescrire des examens complémentaires destinés autant à vérifier qu'à démentir ses constatations et celles de la présélection exécutée par l'ordinateur.

Si on estime que les diagnostics d'un bon médecin parviennent à être exacts à 80%; avec l'aide d'un ordinateur, ce pourcentage peut atteindre 95% . Cet ordinateur peut réciter d'une seule traite le dossier médical d'un malade pris au hasard dans le fichier " consultations"de fournir les éléments permettant de compléter un diagnostic , de composer un régime, tout ceci en quelques minutes ...

Les avantages offerts par l'utilisation d'un système électronique seront accessibles dans quelques années à la plupart de ses collégues. En particulier il sera possible d'installer des ordinateurs dans des centres médicaux reliés à des terminaux fonctionnant dans les cabinets des médecins.

Chacun d'eux pourrait ainsi ; au moyen de lignes commutées , normales , avoir un accès direct à l'ordinateur du centre dont il dépend; il serait donc en mesure d'en tirer tous les avantages sans pour autant avoir un ordinateur personnel.

.../...

Dans un service de traumatologie cranienne des Hospices civils de Lyon(+) les dossiers de 2.500 malades hospitalisés ont été stockés, à ce jour, sur bandes magnétiques. Ces dossiers ont été constitués selon 400 critères en vue de leur exploitation statistique, et leur ensemble totalise 7 Millions de caractères alphabétiques ou numériques, soit l'équivalent de 2 dictionnaires courants.

Il est donc possible de dactylographier sur le pupitre d'interrogation des questions diverses , après les avoir traduites selon un code compréhensible par l'ordinateur , par exemple:

- Combien de malades opérés et guéris sans séquelles crânienne avaient une radiographie du crâne normale ? (6 critères)

- Quel est le nombre de décès chez les femmes âgées de plus de 60 ans accidentées par une chute banale : escalier etc..? (4 critères).

Plusieurs dizaines de questions peuvent être posées simultanément à l'ordinateur (BULL Gamma 30) qui les enregistre dans sa mémoire , passe en revue le compte du fichier des 2.500 malades et , quelques minutes après , répond aux questions posées: l'ordinateur effectue ainsi en moins de 10 minutes un dépouillement qui exigerait plusieurs semaines par les méthodes manuelles.

.../...

(+)Service du Professeur Wertheimer.

Lors du séminaire organisé par l'OMS sur l'emploi des ordinateurs en Santé Publique à Londres en 1951, G. WAGNER (+) a présenté un rapport très complet sur les possibilités de l'Informatique en archivage et sur les réalisations obtenues .

C'est ainsi que le Professionnal Activity (PAS) traite les données de base des malades de plus de 600 hôpitaux. Au prix de 1,50 F. par cas, il fournit aux hopitaux participants des statistiques mensuelles et annuelles des malades sortis de l'hôpital , et des listes des malades classés selon le sexe, le diagnostic, l'opération et le médecin. En outre, le Médical Audit Program utilisant l'énorme masse de documents traités par le PAS, s'efforce de mettre au point des normes pour les soins médicaux.

Dans les pays scandinaves la plupart des systèmes éprouvés d'exploitation d'archives, comme celui de l'hôpital Karolinska et de l'hôpital Glostrup demeurent limités.

En 1961, le Comité consultatif médical permanent du Ministère de la Santé britannique a créé en Angleterre et en Ecosse des sous-comités chargés d'examiner le problème de la normalisation des archives hospitalières. Les résultats de leurs travaux sont incorporés dans le rapport Tunbridge, pour l'Angleterre et le Pays de Galles et le rapport Walker pour l'Ecosse.

En particulier il a été mis au point, une formule où l'on peut enregistrer les données essentielles du malade et que l'on appelle " Feuille d'identification " en Angleterre. "Fiche, du malade hospitalisé " en Ecosse. Ces formules ne sont pas tout à fait identiques, mais toutes deux permettent l'exploitation automatique des renseignements qui y sont portés.

(+)Pr. G.WAGNER, Directeur de l'Institut de Documentation d'Information et de Statistiques -Centre de Recherches sur le Cancer Heidelberg .-

En République Fédérale Allemande, le "Arbeitsausschuss Medizin " (maintenant appelé " Deutsche Gesellsharft fur Merdizinische Dikumentation und Statistik) a entrepris de mettre au point une formule de relevé uniforme se prêtant au traitement mécanographique ou automatique.

Un grand nombre d'Hôpitaux allemands appliquent ses recommandations telles qu'elles ont été formulées à l'origine ou sous une forme améliorée. Par exemple, depuis le mois de Janvier 1966, tous les hôpitaux universitaires de Heidelberg utilisent une formule uniforme que l'on appelle " Heidelberger Krankenblattkopf"(formule de relevé hospitalier). Cette formule contient les éléments d'information qui peuvent être normalisés aisément pour tous les hôpitaux, par exemple, les données personnelles les plus importantes, les renseignements administratifs utiles et certains renseignements d'ordre médical concernant par exemple les diagnostics, les groupes sanguins et les risques particuliers auxquels est exposé le malade etc...

2- Documentation de la National Library of Médecine

La National Library of Médecine(+) doit réunir, indexer et diffuser des informations sur toute la littérature biologique et médicale paraissant dans le monde.

Dès 1960, elle étudia la réalisation d'un système de documentation sur ordinateur qui est exploité depuis plusieurs années sous le nom de MEDLARS (Médical Litterature Analysis and Retrieval System).

Le système est destiné à :

- La tenue de l'Index Medicus : compilation et impression des titres d'articles publiés dans des milliers de périodiques chaque mois,

.../...

(+) Ministery of Public Health -Washington (USA)

- L'établissement de Bibliographies : listes périodiques de titres sur des sujets donnés ;

- Permettre des réponses à des demandes individuelles souvent très spécialisées.

Il est impossible de s'étendre sur les principes et les caractéristiques d'un système aussi vaste , mais son ampleur peut s'apprécier à travers les chiffres suivants :

. Plus de 200.000 articles indexés par an,
. Dix mille citations non périodiques (livres ...) par an,
. Des dizaines de demandes spéciales par jour,
. Plus de 100 millions de caractères par an à l'entrée,
. Plus de 350 millions de caractères par an en sortie.

Unique en son genre pendant quelques années, Medlars (risque d'être concurrencé par un nouveau système , dénommé EXCERPTA qui promet des sélections plus efficaces et un tarif de mise à disposition plus économique.

Le Centre anticancéreux René Huguemin (+) possède un service de documentation perfectionné.

On y utilise une mémoire mécanographique à cartes perforées pour quelques 200 documents par semaine, tirés d'environ 100 périodiques régulièrement analysés.

La suite des opérations accomplies est la suivante :

a) Choix des articles intéressants, définis par 4 ou 5 " mots clés " en moyenne.

b) Etablissement d'une fiche bibliographique en clair,

c) Perforation après codage et vérification syntaxique . On perfore une carte par mot clé,

.../...

(+) Dr.GEST.-Centre René Huguenin -SAINT CLOUD.

Chaque carte comporte 1 mot-clé + le numéro d'enregistrement du document + des indications sur la revue + des informations résumées sur les mots clés.

d) Microfilmage des fiches bibliographiques sur film de 16mm,

e) Classement des cartes par mots-clés,

Il s'agit maintenant de retrouver les fiches correspondant à une demande précise en évitant :

- les " bruits " c'est à dire la présence de références inutiles , en cas de sélection trop riche;

- les " silences " , c'est à dire l'absence de références utiles , en cas de sélection trop précise.

Les références sont retrouvées par tri des cartes en fonction des demandes et des liaisons définies dans un dictionnaire des synonymes et des notions apparentées.

Les fiches sont retrouvées par défilement des bandes de film et arrêt sur les vues dont les numéros ont été sélectionnés en mécanographie. Quelques milliers de vues peuvent être explorées en une vingtaine de secondes sur l'appareil Recordals Lodestar, qui permet également de reproduire les vues convenables en 20 secondes .

3- Information du Médecin Praticien

Au Latter Day Saints Hospital , à Salt Like City, un Service d'Informatique Médicale a été créé pour mettre l'Université d'Utah à la portée des Médecins, grâce à la réalisation d'un terminal évolué, dont voiçi les caractéristiques:

- Oscilloscope à mémoire, affichant les messages de l'ordinateur (textes et graphiques).

.../...

- Clavier à partir duquel le médecin " converse" avec l'ordinateur,

- Bloc d'amplificateurs pour transmission directe des signaux émis par les capteurs les plus divers, jusqu'à 64; un convertisseur analogique numérique sort des nombres entre 0 et 1.000 avec un débit maximal de 50.000 explorations à la seconde.

L'ordinateur installé dans l'hôpital comprend un CDC 3.200, 32K en mémoire centrale , accès en 1 microseconde, un CDC 3300 , avec tout l'équipement utile , notamment un lecteur de cartes (1200 à la minute) et une imprimante (1000 lignes à la minute).

Examinons maintenant 2 applications courantes :

I°/ Bien qu'on discute à juste titre l'ambition et les limitations du diagnostic électronique, cet ordinateur permet notamment de calculer la probabilité qu'un patient particulier soit atteint d'une ou plusieurs des 35 affections cardiaques héréditaires qui sont programmées .

Les probabilités sont basées sur une " matrice d'informations " alimentée par l'accumulation d'observations faites sur des patients antérieurs.

2°/ Un autre programme permet de déterminer les caractéristiques de la respiration pour un patient donné. On commence par "entrer " les données vitales de l'intéressé (sexe, poids, taille , âge). Un spiromètre actionnant un potentiomètre permet" d'entrer " les performances respiratoires. L'ordinateur calcule la capacité, le volume pour une seconde....et sort les résultats sur oscilloscope, avec comparaison en % par rapport aux normes cumulées pour chaque donnée vitale. Il y a deux séances au minimum, suivies d'un essai de respiration maximale. Le tout ne demande pas 5 minutes, y compris l'enregistrement des données d'ambiance (pression atmosphérique, température..).

.../...

Ces deux exemples montrent la vériété des applications assurées par un ordinateur de moyenne grandeur exploité au moyen d'un système de programmation cohérent. Dans le cas considéré, l'exploitation est organisée autour du système MEDLAB, qui permet le travail en temps partagé et en temps réel pour plusieurs médecins et spécialistes de laboratoires utilisant le langage Fortran.

Ce programme est également suivi à la Mayo Clinic de Rochester (Minnesota).

4- Informatique et Pédagogie :

Outre une Commission d'Informatique Médicale qui organise des conférences et des échanges de vue chaque Lundi à 18 h,30 dans l'Amphithéatrede Génétique Médicale du CHU Necker Enfants Malades (Pavillon MERY, 149 rue de Sèvres à Paris), un cycle d'initiation a été mis sur pied par le Professeur GREMY, au Centre de Calcul et de Statistique du CHU Pitié Salpétrière. Il comporte des conférences quotidiennes pendant deux semaines.

Enfin, un cycle de formation spécialisée est donné à ce même CHU ou à l'Hôpital de Villejuif par le Professeur SCHWARZER.

En fait, c'est l'intervention des ordinateurs et plus généralement des méthodes de l'informatique, qui donne aujourd'hui aux recherches, en pédagogie expérimentale, un essor, dont il est très difficile de surestimer la portée et qui se situe sur trois plans principaux :

INFORMATIQUE ET PEDAGOGIE,

L' Informatique est utilisée pour :

.../...

- l'enseignement programmé,
- la simulation de malades
- la simulation de fonction ou d'organes .

L' enseignement programmé

Inaugurées il y a une douzaine d'années , les méthodes de " L' enseignement programmé " , ont déclenché une nouvelle prise de conscience sur les problèmes de l'enseignement et celui de l'éducation. C'est une méthode de présentation des connaissances , où l'on démultiplie au maximum toutes les difficultés pour aboutir à de véritables"éléments d'information ".

L'apprentissage est obligatoirement actif, grâce à des questions auxquelles il faut répondre pour avoir le droit de passer à l'étape suivante.

Ceci permet une progression sans lacune et une vérification continue de cette progression.

La réponse immédiate à la question est favorisée par le phénomène de Feed Back, ce qu'on appelle le " renforcement".

A la fois source de documentation et méthode d'apprentissage, l'enseignement programmé permet à chaque étudiant d'adopter un rythme personnel.

A côté des programmes, jadis linéaires, on a imaginé des programmes dits ramifiés , qui permettent une adaptation plus étroite à chaque élève en prévoyant plusieurs itinéraires différents commandés par les réponses elle-mêmes des étudiants.

Grâce aux terminaux qui lui sont directement connectés et qu'il commande directement (machine à écrire, passeurs de vues, dérouleurs de bandes magnétiques) l'ordinateur peut jouer un rôle de " machine tourne-pages perfectionné " pour

.../...

plusieurs élèves travaillant simultanément ou indépendamment . Il leur présente les éléments d'information, pose les questions recueille les réponses, les compare avec un stock enregistré , prend les décisions prévues par les programmes.

Mais par tout le potentiel intellectuel du software qui lui est associé, l'ordinateur se comporte comme un "laboratoire de pédagogie " capable de vérifications pédagogiques de remises en cause et de proposer des statégies pédagogiques, qu'il oriente dans le sens d'une individualisation accrue de l'enseignement, devenant à la limite un test de personnalité .

La simulation de malades

Les ordinateurs permettent d'exploiter des situations artificielles destinées à entrainer les étudiants à inverser le sens du dialogue socratique.

C'est ainsi que la réalisation de programmes simulant des malades permet aux étudiants d'appliquer leurs connaissances livresques à la conduite de diagnostics.

Les méthodes de simulation des malades sont de deux sortes:

1) - d'une part il y a des méthodes qui découlent de l'enseignement programmé, ou chaque malade simulé est programmé un à un avec un grand réalisme, d'une manière nuancée. Elle peut être considérée aussi bien comme une méthode de vérification de connaissances (instruments de mesure) que comme une méthode d'enseignement.

Les progrès récents du software rendent même possible une simulation de dialogue extrêmement spectaculaire comme celle réalisée par le groupe G.E. Miller (University of Illinois College of Médecine): à partir de quelques renseignements

.../...

préliminaires sur un malade, l'étudiant pose la question qu'il désire en langage naturel, par l'intermédiaire d'un terminal. La machine répond en anglais d'une manière exacte 9 fois sur 10.

Cette technique où les malades sont " construits " un à un est la plus utilisée par les équipes qui défrichent ce domaine encore très nouveau ( )

Mais contre elle plaident les difficultés de programmation (il a fallu à l'équipe de l'Université d'Illinois plusieurs années pour programmer un malade). D'autre part, la discussion sur le diagnostif différentiel tenant compte à chaque instant des questions antérieures de l'étudiant est rendue très délicate.

2)- Une deuxième conception consiste à construire un programme général capable d'exploiter un nombre indéterminé de fichiers différents .( )

Le programme permet à l'ordinateur de simuler plusieurs malades à l'intention d'un groupe d'étudiants en médecine qui communiquent avec lui de façon indépendante par des terminaux type machine à écrire.

Le dialogue est réalisé par les étudiants qui posent à la machine des questions sur les résultats d'examens tant cliniques que complémentaires.

Cette liste permet à l'étudiant de poser ses questions à la machine un peu comme le chef de clinique les poserait à l'externe responsable de l'observation d'un entrant ou au laboratoire.

La machine répond en quelques secondes en langage clair en donnant une liste de signes, qui seraient rencontrés dans une forme typique :

.../ ...

1- DIAGNOSTIC CORRECT- passez au cas suivant,

2- DIAGNOSTIC CORRECT- mais les symptomes que vous avez recueillis jusqu'ici sont également compatibles avec les maladies suivantes : ici l'ordinateur donne la liste des maladies qui auraient dû être éliminées par des examens appropriés et qui ne l'ont pas été).

Poursuivez le diagnostic différentiel.

3- DIAGNOSTIC INCORRECT, quoique compatible avec les symptomes que vous avez réunis jusqu'ici ...

4- DIAGNOSTIC INCORRECT:

a) il n'explique pas les signes suivants que vous avez déjà relevés ...

b) il est en contradiction avec l'absence des signes suivants que vous auriez dû recueillir si votre diagnostic avait été correct.

Ce programme n'a encore été essayé que sur un fichier de 11 maladies hématologiques.

Les intérêts et les inconvénients de la méthode ne pourront être établis que par une expérimentation pédagogique à long terme. Toutefois, on a de bonnes raisons de penser que l'on peut en attendre les avantages suivants :

1- une bonne motivation,

2- chaque étudiant emporte avec lui la liste de toutes les questions qu'il a posées et de toutes les réponses qu'il a obtenues. Il peut donc revoir chez lui, à l'aide de ses livres , l'ensemble des cas qui lui étaient soumis. Il travaille ainsi comme un médecin qui se perfectionne plutôt que comme un écolier.

3- questions et réponses sont individuelles. L'étudiant ne peut rester passif et attendre que l'un de ses camarades trouve la bonne réponse.

.../...

4- en faisant " jouer" avec la machine des médecins entraînés, on peut espérer une amélioration progressive des fichiers.

5- Ce programme est général, il passe sur une machine très répandue et peut servir à exploiter un nombre quasi illimité de fichiers différents (médecine, chirurgie, spécialités ...).

La constitution de fichiers utilisables pour une expérimentation est un travail purement clinique analogue à celui de la rédaction d'un dossier d'externat, mais ce travail est considérable.

Parmi les inconvénients de cette conception , il faut reconnaître que pour se plier à la logique actuelle du programme on est obligé de se limiter à des " cas" typiques , presque caricaturaux.

En fait, plusieurs années seront nécessaires avant que les " cas" programmés soient en nombre suffisant pour être utilisés dans l'enseignement. D'autre part, il faut ne pas oublier que la difficulté qu'il y a à établir un diagnostic ne vient pas tant de l'acte mental qui utilise les données de la symptomatologie, mais bien surtout de la difficulté rencontrée par le médecin à mettre en évidence et à apprécier correctement cette symptomatologie. C'est l'hôpital qui fait le médecin.

Cette simulation sera considérablement facilitée par le fait qu'elle utilisera le même hardware et le même software que d'autres applications de routine de l'informatique.

Il est permis de penser que les hôpitaux disposeront à l'avenir d'un réseau interne de communications géré par ordinateur.

Ce réseau permettra aux médecins d'une part de poser par un terminal des questions sur un malade, résultat d'examen?

.../...

D'autre part, le même réseau et les mêmes terminaux serviront à certaines heures ou sur commande à exploiter des "malades symboliques " qui se préciseront petit à petit.

En résumé, en simplifiant beaucoup, on pourrait dire que l'enseignement programmé apportera les connaissances et que la simulation de cas sur ordinateur préparera l'étudiant à les exploiter dans la réalité.

De toute façon, la conception et la réalisation de ces programmes auront comme corollaire inestimable une remise en cause des routines et une véritable formation pédagogique.

Les progrès de l'enseignement automatisé conduiront vraisemblablement à poser en termes nouveaux la complémentarité entre le rôle de la machine et celui du Maître, à redéfinir le rôle du Maître, tout en évitant d'entretenir et d'accentuer les erreurs de l'enseignement traditionnel.

Le rôle du professeur une fois soulagé de tâches fastidieuses serait alors surtout de promouvoir et de faciliter la dynamique et l'expression au sein d'un groupe.

+

+ +

E/ INFORMATIQUE ET GESTION HOSPITALIERE

1- Le Centre Médical de Porto-Rico.

Il existe des systèmes capables d'intégrer totalement les informations administratives et médicales d'un hôpital ou d'un ensemble hospitalier.

Ils ont pour but :

- de réduire les manipulations et les recopiages de documents et de ce fait les travaux administratifs,

- d'améliorer les soins des malades grâce à l'enregistrement rapide et exact des données, à leur transmission instantanée et à la possibilité d'établir des prévisions. Ceci permet d'accélérer le déroulement des activités et d'accorder plus de temps aux médecins et aux infirmières pour les examens et les soins personnels aux malades. Il a été établi en effet, que la moitié du temps des infirmières se passe en travaux administratifs plutôt qu'au chevet des malades.

- d'améliorer la gestion au moyen de rapports complets, fournis en temps voulu, sur les activités de l'Hôpital sur la tenue à jour des charges imputées aux malades. Ceci permet

.../...

de facturer complétement les frais d'hospitalisation lors du départ du malade, de maintenir les stocks de fournitures à un niveau économique et d'améliorer finalement le prix de revient.

Le Centre Médical de Porto-Rico, dispose depuis fin 1966 d'un ordinateur NCR 315, appareil de très grosse capacité, qui représente l'implantation d'un système total de l'information médicale. Appelé familièrement " Le Monstre " ou même le "Stupide " , cet ensemble travaille pour le Centre et 7 hôpitaux associés.

- Il traite 5.000 demandes d'admission chaque jour concernant les malades internes et externes, soit 1.800.000 par an,

- Il informe le personnel du nombre de lits parmi les 4.000 qui seront disponibles à une date donnée et de la quantité de linge nécessaire :

- Il conserve plus de 50 régimes dans sa mémoire pour dire au personnel de la cuisine centrale quelle sorte d'alimentation sera demandée pour les malades à un jour donné , il faut prévoir 9.000 repas par jour, soit quatre millions par an;

- Il enregistre 240 cas d'urgence quotidiennement , soit 87.000 par an ;

- Il organise les consultations nouvelles , celles des " cas à suivre " près du personnel médical ou des auxiliaires pour 1.125 malades externes par jour soit 300.000 par an; il n'y a pratiquement plus d'attente.

- Il traite les 1700 " admissions " effectives et les 1700 "départs " qui ont lieu chaque jour, soit 90.000 par an;

- Il prend rendez-vous pour les futures mères et enregistre 35 naissances par jour, soit 9.200 par an ;

.../...

- Il informe les services de Radiologie des 450 examens qui se font chaque jour et requièrent 900 plaques sensibles, soit 130.225 examens annuels, et 285.000 plaques.

- Il prévoit les 2.900 analyses effectuées chaque jour par les Laboratoires , soit 800.000 par an ;

- Il prend rendez-vous pour 70 biopsies pathologiques par jour, soit 18.000 par an ;

- Il demande et prévoit cinq autopsies par jour , soit 1.200 par an ;

- Il enregistre chaque jour 500 prescriptions , soit 135.000 par an ;

- Il garde trace des 20 tonnes de linge à laver quotidiennement soit 5.000 tonnes par an ;

- Il informe le personnel et les médecins des salles d'opérations des 60 opérations imminentes chaque jour, soit 16.000 par an.

- Il garde trace et s'occupe d'environ 67 malades du service médico-social chaque jour, soit 18.000 par an.

Entre temps , cet ordinateur réalise les travaux comptables et administratifs du Centre. Quand il a traité toutes les données du moment , il pose lui même la question : " Programme suivant ? "

Il nécessite les services d'environ 40 personnes .- Sans lui , le Centre devrait engager 300 à 500 employés supplémentaires; mais, "quel que soit le nombre des personnes employées, certaines opérations ne pourraient se faire sans la machine" (+)

(+) A. LASSUS, Directeur de la Division du traitement de l'Information - Centre Médical de Porto-Rico.

2- Le Kettering Memorial Hospital

Au Kettering Memorial Hospital , il est prévu de relier de façon directe et instantanée les services administratifs et médicaux avec un ordinateur central.

Lorsque l'installation du système total sera achevée, déclarent les responsables de l'hôpital , les informations biographiques et statistiques concernant les malades seront obtenues en sous-produit de la procédure administrative normale d'admission et d'opération. Les terminaux seront situés à chaque poste de soins, poste médical , services et bureaux administratifs de l'hôpital. Chaque unité sera en mesure d'alimenter l'ordinateur en informations et d'en recevoir sur demande. Lors de l'admission d'un malade le premier traitement sera fait par un dispositif de recherches dans les historiques , l'employé chargé des admissions demandera à l'ordinateur de rechercher dans les archives une hospitalisation antérieure du malade, afin de procéder aux formalités d'admission.

L'implantation du programme à l'hôpital sera réalisée en quatre phases :

1- comptabilité des malades, des comptes clients et des fournisseurs,
   - paye et gestion du personnel, achats,
   - contrôle du stock et statistiques médicales ,

2- intégration de diverses fonctions extérieures à la comptabilité générale, telles que les prévisions de personnel et de locaux, le contrôle diététique, l'analyse des relevés médicaux et les applications statistiques dans les divers services.

.../...

3- Installation " on line"permettant l'entrée directe des données dans l'ordinateur à partir du point d'origine au moyen des dispositifs terminaux de communication situés aux postes de soins et zones de services.

4- Application du système aux programmes de recherches médicales.

3- Le Centre Médical Monmouth à Long-Branch (New-Jersey)

Ce centre a installé en 1966 un ordinateur I B M 360/30 pour l'intégration totale des informations administratives et médicales de ses divers services.

Une vingtaine de terminaux sont répartis dans les bureaux, les laboratoires, la pharmacie, le centre d'opérations. Ce réseau collecte, enregistre, transfère , stocke, retrouve , exploite , condense , distribue , en un mot traite toutes les informations vitales pour la vie des patients et la bonne gestion de l'hôpital (en 1965 il y eut 15.570 entrées pour 525 lits soit 130.737 journées). Voiçi quelques opérations effectuées:

. Admissions : Le patient reçoit un numéro et sa fiche signalitique (30 critères différents) est perforée sur carte puis stockée dans l'ordinateur. Un lit est affecté avec indication du service responsable.

. Soins : Ils sont sous la responsabilité administrative des ordinateurs.

. Médicaments : L'ordonnance est frappée au clavier, approuvée par le coordinateur intéressé et traitée par l'ordinateur:4 par exemple recherche de contreindications dues à

.../...

l'existence d'allergies , d'effets cumulatifs dus à des prescriptions antérieures.

4- Dans le Département du Val D'Oise .

Dans ce département qui comporte actuellement 6 hôpitaux publics, représentant environ 3.500 lits, un regroupement s'est faitgrâce à un ordinateur aux possibilités étendues -(GE 115 à disques).

Le recrutement,et l'instruction du personnel nécessaire pour le service de l'ordinateur se sont faits exclusivement à l'intérieur de ces hôpitaux.

UN tel exemple, d'ailleurs loin d'être isolé, démystifie les difficultés supposées du passage à l'ordinateur, et illustre les possibilités de reconversion ainsi offertes au personnel , qui se voit en outre proposer une promotion.

LES DONNEES DE BASE comportaient :

-2400 lits actifs sur les 3500.
-Et comme volume de travaux à traiter :

-Par mois :3.000 bulletins de paie
-Par an : 4.000 déclarations fiscales.
45.000 titres de recettes.
30.000 factures fournisseurs.
15.000 articles de stocks à gérer.
45.000 entrées en stock en provenance de 3.200 fournisseurs.
120.000 sorties de stock.

.../...

L'ORGANISATION ADOPTEE à été la suivante :

Le service T.I. (Traitement de l'Information) du groupe d'hôpitaux considérés, comprend l'atelier central GE 115 à Eaubonne, et des matériels annexes placés dans les cinq autres centres.

A Eaubonne :

Un GE 115 : Unité centrale 12K-2 unités de disques magnétiques DS 13.

-Une imprimante 300/1/m.
-Lecteur Perforateur de cartes 300 c/m.
-Lecteur de ruban perforé 400 car/sec.
-6 canaux- Un contrôleur multicanaux.

Dans chaque hôpital :

-Une Perforatrice de cartes.
-Une vérificatrice.
-Un poste d'enregistrement des données R.P.60

Travaux effectués :

Certains sont déjà opérationnels. D'autres le seront suivant un Planing très serré. Il va sans dire que bien d'autres seront confiés à l'Ordinateur au fur et à mesure du développement; parmi ces travaux nous pouvons citer :

- La Planification des menus et des régimes diététiques.
- Le contrôle de charge de travail du personnel.
- " " du linge
- " " de l'absenteisme.
- " Planing des rendez-vous de consultation.

.../...

La paie réalisée sur cartes perforées est d'élaboration complexe, mais de traitement simple. Les renseignements étant stockés sur disques, il n'y a plus de tris, ni de cartes récapitulatives à établir.

Grâce aux disques magnétiques, la Gestion des Stocks, de l'Economat, et de la Pharmacie, a été d'emblée assurée sans manipulation constante de cartes et sans codification.

Une extension de ces méthodes est aussi envisagée pour le Dossier Administratif du malade par l'intermédiaire de " Cartes-Chèques " ,portant les mêmes renseignements perforés caractéristiques du malade, servant en particulier pour les examens complémentaires. Ces renseignements sont comme précédemment enregistrés sur bandes magnétiques . On voit l'intérêt de cette méthode pour supprimer la manipulation des " Bons Examens " , leur classement précaire dans un dossier, et leur collationnement pour l'établissement des titres de recette.

Quant aux perspectives ouvertes sur le plan médical, elles sont actuellement à l'étude :

En particulier , en ce qui concerne la mise au point d'un Formulaire, résumé du DOSSIER proprement MEDICAL, qui soit exploitable par l'Ordinateur ,notamment pour les travaux statistiques .

L'activité d'un tel groupe pourrait se concrétiser plus tard par la mise en communication directe de certains services médicaux avec l'Ordinateur au moyen de terminaux E/S, installés dans ces services. Une telle réalisation imposerait l'acquisition d'un DATANET (contrôleur de communications).

Une telle installation serait un premier pas vers les systèmes en TIME- SHARING qui sont prévus pour les Hôpitaux du très proche avenir.

.../...

5- Dans les Carolines du Nord et du Sud.

Dans les CAROLINES DU NORD et DU SUD, 4 Hôpitaux: Le Charlotte Mémorial Hospital, le Presbyterian Hospital, le Merry Hospital, et le Greenville Hospital System , se sont associés pour constituer sous forme coopérative un centre de traitement de l'information appelé MEDIDATA Inc. Il comprend 2 ordinateurs B. 5.500 prévus pour fonctionner en temps partagé et 200 terminaux.

Parmi les principaux objectifs qui ont déterminé cette création on note le désir de réduire le temps de diagnostic de 12 à 24 heures, et de ce fait le séjour des patients dans les Hôpitaux, de diminuer les coûts hospitaliers et de supprimer par les Infirmières et d'autres Membres du Personnel, une très lourde charge de travail administratif.

6- L'Assistance Publique de Paris.

" L'ASSISTANCE PUBLIQUE de Paris s'intéresse évidemment à l'Informatique et Monsieur DAMELON, Directeur Général, écrit ( ) :

L'Assistance Publique de Paris dispose d'ordinateurs pour le traitement de l'information depuis 1962 .

La première application de l'Informatique fut en 1963 le traitement des frais de séjour qui a permis de faire passer les mises en recouvrement avant la clôture de l'exercice de 76 à 88% de la recette totale, donc d'améliorer la trésorerie et de substituer progressivement au contrôle des dossiers par l'Administration Centrale une liaison directe entre les établissements et l'ordinateur, source d'économie importante de personnel.

.../...

" Des travaux variés ont été ensuite mécanisés ; calcul des allocations d'Aide Sociale, tenue des stocks et facturation des fournitures des magasins généraux, commandes et consommation des médicaments, statistiques diverses.

" Les études concernant le personnel ont exigé des délais plus longs, car elles ne partaient pas d'une expérience antérieure sur les machines à cartes perforées. Depuis Octobre 1967, la paie et les avancements sont traités sur ordinateur et l'amélioration des statistiques de gestion , nécessaires au développement d'une politique de recrutement et de bon emploi du personnel , est en cours d'achèvement.

" L'Assistance Publique a fait assurer la formation de 18 programmeurs qui travaillent actuellement au Service d'études et de traitement de l'information de l'Avenue Victoria. Le matériel utilisé est constitué par deux ordinateurs IBM de modèles 1410 et 360/20 qui sont utilisés au maximum de leur capacité.

" S'il a fallu commencer par les tâches les plus répétitives , au langage le mieux défini, l'informatique médicale a déjà été abordée par le traitement des statistiques et de la recherche des dossiers présentant certaines caractéristiques cliniques, notamment pour le service d'archives centralisées. L'organisation de ces services sera appliquée aux nouveaux hôpitaux et étendue aux Etablissements existants avec l'accord des chefs de service, là où les conditions matérielles le permettent.

" Grâce à l'aide du Conseil Municipal et de la Délégation du Premier Ministre de l'Informatique, une nouvelle étude a été entreprise à la fin de 1967 sur une série de problèmes intéressant à la fois la gestion et les soins médicaux; admissions , consultations externes, laboratoires ,

.../...

radiologie, sous le contrôle d'une commission réunissant des Administrateurs et des Membres du Corps Médical. L'organisation des admissions tend à la fois à simplifier les tâches administratives et à constituer par étage un fichier central des malades permettant de retrouver les hospitalisations antérieures. L'analyse des laboratoires et de la radiologie doit assurer le planing des rendez-vous, la meilleure identification des malades, l'automatisation des calculs et l'établissement de relevés d'actes par nature et par hospitalisé

" A côté de ces études dont l'Assistance Publique assure la charge, d'autres expérimentations, telles que celles concernant la schématisation du langage médical ou le dépouillement très élaboré d'examens comme les électro-encéphalogrammes , doivent être entreprises dans les domaines de l'enseignement et de la recherche, au moyen de financements spécialisés.

" Toutefois, ces divers efforts se rejoignent dans l'amélioration du dossier médical. Les travaux en cours doivent assurer une automatisation de diverses tâches qui fera gâgner du temps au personnel et raccourcira les détails d'examens et la durée du séjour des malades tout en garantissant une sécurité accrue des résultats "

On ne peut que constater que les réalisations sont loin de celles qui existent dans les Pays Anglo-Saxons.

7- L'Hopital Danderyd

L'HOPITAL DANDERYD dans la Banlieue de Stokholm installe actuellement un UNIVAC 494 (coût 10 millions F.) capable d'intégrer tous les aspects de la gestion hospitalière et des traitements médicaux y compris les activités de 15 hôpitaux régionaux , totalisant 13.000 lits et recevant deux millions de patients par an.

.../...

Les dossiers seront visualisés sur écran et disponibles en temps réel. L'objectif est de réduire le flot " de la paperasse " a dit le professeur S. Abrahamson qui est responsable du programme.

Le système devra traiter les examens de laboratoire et assurer le monitoring des unités de soins intensifs.

Il permettra de porter à 95% la charge effective de l'hôpital, qui plafonne actuellement à 85%. Pour les 6.000 lits de Danderyd on estime à UN million de F. l'économie annuelle assurée chaque fois que la charge s'accroit de 1%.

Les quatre fichiers maitres du système de gestion contiendront :

- Les informations sur les patients,
- Les informations sur les stocks et approvisionnements,
- Les informations sur le personnel,
- Les informations sur les opérations financières.

Signalons au passage que l'ordinateur utilisé est sensiblement le même que celui des bureaux de la Compagnie aérienne B.E.A. à l'Aéroport de Londres Ouest. Cette précision montre bien l'universalité de l'ordinateur, considéré comme machine à recevoir , stocker, compulser et calculer des informations quelles qu'elles soient.

8- Le Baylor University Collége of Médecine et le Texas - Institute for rehabilitation and research (Tirr)

LE BAYLOR UNIVERSITY COLLEGE of MEDECINE et LE TEXAS INSTITUTE FOR REHABILITATION AND RESEARCH (TIRR) exploitent conjointement un ensemble de traitement de l'information utilisable immédiatement, par les médecins, infirmières

.../...

et assistants médicaux avec deux objectifs principaux , l'accélération des soins apportéss aux malades et l'accroissement des moyens de recherche.

Un ordinateur IBM 360 installé à l'Institut de Médecine de Baylor est relié à des écrans cathodiques et à des unités terminales munies de claviers et d'imprimante situés non loin de là dans les services d'un hôpital dépendant du T.I.R.R. pour saisir, traiter et enregistrer les informations médicales propres à chaque patient, ainsi que les traitements envisagés.

Outre le traitement de ces informations médicales, l'ensemble effectue parallèlement les travaux de gestion et de comptabilité du Centre Hospitalier et établit régulièrement des statistiques sur les incidences et l'évolution des maladies en cours de traitement. En fait, l'ensemble à en charge le contrôle de la quasi totalité de s activités de l'Hôpital. L'une des tâches les plus importantes de la machine sera la création et la mise à jour d'un fichier reflétant constamment la "situation " des malades . BAYLOR et TIRR pensent aller plus loin encore , en appliquant le principe de l'utilisation collective selon lequel plusieurs utilisateurs peuvent simultanément, à partir d'une unité terminale , dialoguer avec le même ordinateur central : en utilisant son clavier, chaque médecin traitant pourra entrer en relation directe avec la machine et en recevoir des informations portant sur un cas précis.

Il en sera de même pour les Infirmières. Jusqu'ici elles établissaient à la main une fiche détaillée sur l'état du patient, les médicaments prescrits et la réaction du malade tout au long du traitement, mais cette fiche ne pouvait être soumise aux médecins qu'avec plusieurs heures de retard. Les infirmières frapperont désormais les renseignements sur le plus plus proche clavier relié téléphoniquement à l'ordinateur. Ce dernier comparera les informations fournies par l'infirmière

.../...

avec le fichier personnel déjà existant du patient; il répèrera toute erreur, toute anomalie (accélération du pouls ou de la tension artérielle) et renverra ces informations sur l'écran cathodique.

Lors de sa visite journalière , le médecin pourra toujours à partir de l'écran cathodique obtenir les renseignements mettant en lumière l'évolution du traitement et les résultats enregistrés. Il aura recours à l'ordinateur pour la prescription d'un médicament. Utilisant son poste terminal, il pourra calculer le dosage du médicament prescrit d'après les réactions connues de son malade, réactions déjà enregistrées dans la mémoire à diques du 360 (22 millions de lettres, chiffres et signes).

D'autres applications de l'ensemble -ordinateur-écran cathodiques sont prévues, notamment :

- En Biochimie : Un terminal installé au Laboratoire de Baylor sera relié à l'ordinateur. Le personnel du Laboratoire l'utilisera pour vérifier les résultats expérimentaux obtenus par les élèves du laboratoire, mais aussi pour approfondir les recherches menées par les professeurs, c'est à dire les résultats de très classiques analyses sanguines,mais aussi des prévisions sur ce que sera demain la médecine spatiale.

- En Radiothérapie: Les médecins de Baylor et de l'Hopital méthodiste du Centre Médical du Texas calculeront , depuis leur terminal installé dans la clinique de radiothérapie, les effets produits sur les organes vitaux d'un malade par l'implantation d'aiguilles de radium dans une tumeur. Suivant la proximité de la tumeur, les réactions des organes sont plus ou moins sensibles. Puisque ces réactions peuvent être enregistrées en ordinateur, immédiatement après l'implantation du radium , le médecin pourra calculer le temps pendant lequel les aiguilles demeureront implantées sans provoquer de troubles.

.../...

-Pour les examens de Laboratoire : A l'Hôpital Pédiatrique du Centre Médical du Texas, sur des terminaux installés dans les laboratoires et reliés à l'ordinateur, on calculera automatiquement les résultats d'examens sanguins, d'analyses d'urine, rapidement et d'une façon très sûre (le pourcentage d'erreurs est infime).

-Analyses Spectroscopiques de Masse : Les chercheurs du BAYLOR comptent utiliser aussi l'ordinateur pour l'analyse des lectures spectroscopiques de corps chimiques tels que les stéroïdes et diverses hormones. Ici encore , ces travaux seront menés en direct avec l'ordinateur à partir des terminaux installés en laboratoire.

9- L'Hopital Général de Massachussets

L'HOPITAL GENERAL DU MASSACHUSSETS,utilise lui aussi le traitement automatique de l'information dans un double but :

- Gérer effectivement quelques centaines de lits et aider plusieurs laboratoires cliniques,

- définir les meilleures méthodes (programmes) et les meilleurs moyens (l'ordinateur et l'instrumentation) pour arriver à mieux soigner les malades, à créer et tenir automatiquement à jour les dossiers médicaux, à améliorer les tâches administratives.

C'est ainsi que les commandes de médicaments sont traitées par l'ordinateur en mode " conversationnel " à l'aide d'un terminal. Un programme vérifie l'exactitude orthographique dans un dictionnaire et propose la liste des médicaments les plus " proches " si le nom du produit demandé n'existe pas. Le programme contrôle également que la dose indiquée ne dépasse pas les limites fixées et une demande de

.../...

confirmation est demandée si les limites usuelles sont dépassées. Le programme assure également que le médicament considéré doit biem être utilisé par voie orale ou par injection.

*

\+ \+

F/ INFORMATIQUE ET EPIDEMIOLOGIE

1- Travaux de Johannes Ipsen.

JOHANNES IPESEN (+) écrit " les facteurs connus d'une épidémie sont inscrits sous forme mathématique, ce qui permet d'obtenir les résultats relatifs aux différentes actions et conditions engendrées, celles-ci restant toutefois fictives ".

En simulant les épidémies il étudie le développement des maladies contagieuses au sein des grands rassemblements de population. Il utilise un ordinateur IBM en temps partagé au moyen d'un terminal. La manière d'opérer est toujours la même: il compose le numéro d'appel de l'ordinateur pour rechercher s'il est disponible. Dans l'affirmative il lui transmets les données d'une hypothétique épidémie , en FORTRAN, par exemple: le nombre de malades, le nombre d'habitants de la communauté, son taux de natalité, la distance qui sépare la ville des localités voisines, le nombre de personnes susceptibles de visiter la cité pendant l'épidémie.....

(+) Chaire d'Epidémiologie et de Statistiques Médicales à la Faculté de Médecine de l'Université de Pensylvanie à Philadelphie.

En quelques secondes les résultats s'impriment sur l'unité terminale, lui fournissent le nombre de personnes qui participent au développement de l'épidémie, sa vitesse , sa propagation , son taux d'expansion. Il estime que l'ordinateur permet d'envisager presque cas par cas une épidémie de varicelle ou de rougeole , de définir exactement son point de départ et sa façon de disparaitre " .

2- Action de l'O.M.S.

L'O.M.S. a mis sur pied une action épidémiologique à l'échelle internationale; y participent des chercheurs soviétiques , suédois et tchécoslovaques. Il s'agit de recueillir dans les pays respectifs , des piéces anatomiques du coeur et des artères prélevées sur un total actuel de plus de 13.000 sujets décédés.

Les piéces anatomiques sont préparées dans un laboratoire central à Malmö et examinées par tous les membres du groupe de recherche. Le traitement des données est accompli à Genève par un calculateur de l'Organisation Européenne pour la Recherche nucléaire. Cette étude, qui est encore en développement, donne des résultats nouveaux et intéressants en ce qui concerne l'aspect et le mécanisme des lésions arthéroscléretiques . La comparaison entre les données cliniques et mésologiques relatives aux sujets décédés d'une part et les lésions observées d'autre part, permettra d'obtenir des correlations intéressantes entre la maladie et les facteurs ecologiques propres aux régions dans lesquelles ont été faits les prélévements.

.../...

3- La Fichier Vétérinaire de l'Ecole d'Alfort-

A L'ECOLE D'ALFORT Le Centre d'Etudes Epidémiologiques s'intéresse beaucoup à la gestion électronique du fichier sanitaire animal. Le docteur vétérinaire C. JEGOUX a présenté l'action entreprise dans ce sens lors du 18° Congrès mondial Vétérinaire , tenu à Paris en 1967.

- Constitution du ficheir départemental , par bêtes et par étable (cheptel de 4 millions de bovins, soit des centaines de millions d'informations par an).

- Contrôle permanent de l'évolution sanitaire, interventions, certificats sanitaires pour chaque bête , dépistage individuel et collectif, études épidémiologiques , travaux zootechniques , gestion et exploitation des abattoirs publics.

4- Le Bureau des Statistiques de Santé au Ministère des Affaires sociales.

Au BUREAU DES STATISTIQUES DE SANTE, au Ministère des affaires Sociales (+) on poursuit des études sur lesfacteurs communs à certains indices démographiques, économiques et sanitaires.

Il part des variables départementales disponibles et l'analyse des distributions obtenues permetdde dégager d'intéressants indices.

C'est en particulier le cas pour les perspectives de mortalité. Il a essayé d'établir uh modèle reliant entre eux les taux de mortalité, par âge et par sexe à deux instants donnés, pour la mortalité générale et pour certaines causes de décès.

../...

(+) Monsieur DAMIANI,Chef de Bureau-

L'application de ce modèle a permis de dégager un indice départemental unique, dont on peut envisager la comparaison avec d'autres indices de mortalité.

L'extension de ces travaux aux épidémies et à la morbidité endemique,même à l'établissement de véritables indicateurs de santé.

5- L'exploitation des Examens de Santé à la Caisse Primaire d'Assurance Maladie de la Gironde.

A LA CAISSE PRIMAIRE D'ASSURANCE MALADIE de la Gironde, les informations médicales du Centre d'Examens de Santé sont recueillies en vue d'une exploitation ultérieure sur ordinateur.

Voiçi la présentation d'une étude des obéses figurant dans 1.500 bilans :

- Nombre d'obèses -Répartition selon l'âge, le sexe,
- Corrélations diabète gras, maigre, prédiabéte et goutte
- Répartition et moyenne des taux de cholestérol.

Les trois programmes utilisés ont été rédigés en 3 jours environ . Le temps ordinateur comprenant la mise au point, l'assemblage et l'exécution proprement dite a été de 2h,30.

6- Le traitement des informations à Ann Arbor

A ANN ARBOR (Michigan), la Commission des activités professionnelles et hospitalières enregistre sur une formule normalisée tous les cas qui lui sont adressés par plus de 600 hopitaux des U.S.A. , du Canada, de Porto-Rico et de l'Australie. Les données sont perforées sur cartes et enregistrées sur

.../...

bandes magnétiques.

Ces informations systématiques peuvent être utilisées à tout moment pour l'établissement des statistiques les plus variées. Des études épidémiologiques extrêmement complètes permettront d'analyser en profondeur certains facteurs dans le temps et l'espace, dans une optique sociologique, ou dans toute autre direction voulue.

Plus de 15 millions de cas sont déjà mis en mémoire, pour un prix moyen de 2 F. par cas.

7- L'Idrem

L'IDREM (+) poursuit depuis plus de cinq ans une étude permanente de la prescription médicale et de la morbidité dont les données sont traitées statistiquement sur ordinateur.

En un an l'IDREM reçoit et exploite environ 60.000 fiches, remplies par 1.600 médecins au cours de 3.200 journées.

Cet organisme code des cartes " médicaments " et des cartes " maladies " ce qui donne environ 5 cartes pour une fiche de consultation. L'ordinateur édite ensuite :

- des tableaux "maladies " au nombre de 115,
- des tableaux " médicaments ",
- des tableaux " indications thérapeutiques ",

ventilés selon divers critères en nombre absolus et en pourcentage .

Les résultats et leur évolution d'une année sur l'autre, permettent de poursuivre des recherches fondamentales, épidémiologiques et sanitaires sur les origines et la diffusion des maladies, leur élection géographique, le comportement des malades, la fréquence des consultations, les interactions avec l'environnement.

.../...

(+)Institut de Documentation et de Recherche sur les Malaides à Issy-les-Moulineaux.-

Un intérêt de la méthode mise au point et suivie par l'IDREM est d'être exclusivement basée sur la médecine praticienne quotidienne .

Ces renseignements sont fournis par un échantillon représentatif de 1.600 Médecins (75% de généralistes, 25% de spécialistes - 25% de parisiens, 75% de provinciaux) qui sont consultés par 1/4, 4 fois par an pour tenir compte de l'influence saisonnière.

Ils remplissent des fiches individuelles sur les malades consultés pendant deux journées pleines , en y indiquant divers renseignements, en particulier: le nom du malade , son sexe, son âge, le diagnostic établi, l'ancienneté de la maladie , la Thérapeutique appliquée.

8- L' Inserm.

L'INSERM exploite à Villejuif, un ordinateur UNIVAC 1107 (64K mots de 36 bits, lecteur/perforateur de cartes, lecteur/perforateur de ruban dérouleurs de bandes magnétiques, deux imprimantes à 600 1/m) et un ordinateur 1005 moins important.

Les professeurs DENOIX et SCHWARTZ s'en servent pour des travaux de recherche épidémiologique et pour la mise au point d'un vaste programme de logistique hospitalière, susceptibles de guider d'autres réalisations, tant en France que dans d'autres pays.

En épidémiologie, ils s'intéressent, en particulier, aux facteurs déterminants de l'infarctus du myocarde, de la tuberculose, du cancer , des maladies cardiovasculaires.

.../...

Des dizaines de milliers de cas sontexaminés , fichés, codés, traités pour chaque recherche au moyen d'un programme universel de dépouillement des enquêtes, mis au point par les informaticiens de l'INSERM.

Ces recherches de thérapeutique,de prévention et de diagnostic, sont également confiées de façon raisonnée à l'ordinateur, dans la mesure où il s'agit d'emmagasiner , de comparer et de calculer des informations, dont les possibilités de combinaison sont inaccessibles à l'esprit humain.

En Logistique hospitalière - Les études entreprises se répartissent en deux groupes :

. La gestion médicale : organisation des visites et des hospitalisations , des examens et des dossiers médicaux.....

. La comptabilité et la gestion financière .

+

+ +

C O N C L U S I O N

Au cours de cette étude, nous avons d'abord essayé de dégager ce qu'était une machine informatique universelle, afin de comprendre ensuite les méthodes et les techniques déjà mises en oeuvre par un nombre de médecins croissant, dans des domaines d'application très prometteurs, qu'il s'agisse d'applicationsde :

- Mathématiques instrumentales,
- Documentation bibliographique,
- Présentation de diagnostics,
- Traitement du dossier médical,
- Gestion hospitalière,
- Gestion sanitaire épidémiologique

L'ordinateur se présente finalement comme un outil très efficace aux niveaux :

- Recherche et enseignement,
- Clinique,
- Hospitalier,
- Administration de la Santé Publique.

Il apparait que devant l'accroissement quasi exponentiel des connaissances médicales nécessaires tant en ce qui concerne la clinique, la recherche que l'enseignement, les capacités de préhension et de mémoire du médecin se trouvent débordées.

.../...

Comme l'a dit le Pr. Brouet " Nul médecin ne peut plus connaître la médecine " . Ce phénomène s'est produit suivant une progression insensible sans que personne y prenne garde, et sans que l'on perçoive aussitôt la portée de l'événement.

Parallèlement, on ne peut que s'alarmer du divorce entre la Recherche , et la médecine de tous les jours , celle-la mieux outillée, devançant celle-ci et s'en écartant sans cesse; ou encore que s'inquiéter lorsque l'insuffisance d'information médicale peut être responsable d'un diagnostic imparfait ou d'un traitement inapproprié.

C'est dire que devant ces difficultés , et à côté des moyens déjà éprouvés, comme la Spécialisation , la consultation de groupe, la diffusion de l'information selon les modes classiques , la contribution des machines électroniques à mémoire irait occuper une place de tout premier rang.

Certes, les résistances et les difficultés que de telles techniques font naître , tant en ce qui concerne la traduction et le choix des données que la complexité des programmations sont loin d'être résolues.

De même ces techniques se heurtent à des remous psychologiques et nosologiques tels que le langage médical devra être à la fois expurgé et enrichi, laissant alors espérer de cette nouvelle démarche de la pensée médicale une plus grande rigueur , une discipline plus stricte et des possibilités de dissémination de l'information médicale plus large et plus rapidement accessible.

Devant cette nouvelle dimension on ne peut manquer d'être frappé par l'étendue même de la tâche qui s'offre aux médecins pour mettre les ordinateurs au service des malades.

.../..

Le succès d'une telle entreprise exige que chacun de nous y participe.

Loin de devenir une " technique esotérique " réservée à quelques initiés, l'ordinateur doit être l'instrument dont chacun puisse se servir pour étendre ses moyens d'information même profiter de l'expérience acquise par d'autres.

Si ce n'est , pour le moment , qu'une étape de début qui ne peut que s'amender par expériences successives, le but est de permettre l'utilisation d'un nouvel outil comme un adjuvant d'efficacité dans les méthodes médicales, permettant aux praticiens de se consacrer davantage au service des malades et non pour dire comme d'un bon manuel , d'un bon instrument , d'une bonne technique " J'utiliserai dorénavant l'ordinateur , chaque fois que je jugerai nécessaire de le faire et que je pourrai le faire ".

+

+ +

G L O S S A I R E

Le vocabulaire utilisé dans le domaine de l'informatique et des ordinateurs est déjà relativement homogène , ne serait-ce que parcequ'il est généralisé par une entreprise mondiale totalisant près du trois quarts des matériels et applications.

Voici quelques définitions simples et pratiques, avec l'indication des équivalents anglais et allemands et renvoi aux explications du texte.

ACCES. ACCESS. ZUGRIFF.

Disponibilité de l'information au moment où le programme la fait appeler. Le temps d'accès mesure la durée qui sépare l'appel (indication) , de son premier élément ou adresse, et celui où elle est en position effective d'utilisation.

ACCUMULATEUR. ACCUMULATOR. AKKUMULATOR.

Zone où se forme le total des nombres qui lui sont successivement envoyés.

ADRESSE. ADDRESS. ADRESSE .

Position de mémoire, (source ou destination), contenant une information élémentaire , généralement un mot machine, ou un acte; numéro ou symbole désignant cette position.

ALGOL. (ALGORITHMIC LANGUAGE)

Langage scientifique pour l'expression rationnelle des problèmes dont la solution résulte d'une suite rigoureuse d'opérations.

.../...

ANALOGUE. ANALOGIC. ANALOG.

Information physique, variant de façon continue et se prêtant à des évaluations ou mesures approximatives, mais susceptible, d'être convertie en valeurs discontinues pouvant faire l'objet de comptages.(voir digital)

ANALYSTE. ANALYST. ANALYST.

Celui qui réalise l'étude détaillée d'un problème et présente le plan de son programme sous forme d'organigramme.

ASSEMBLEUR. ASSEMBLER. ASSEMBLER.

Programme de traduction transformant un programme rédigé dans un langage machine symbolique, en un programme bon à traiter sur un ordinateur déterminé.

BIT. BIT. BIT.

Chiffre ou signal binaire : 0-1-

BLOC. BLOC. BLOCK

Enregistrement, article, groupe de mots, de caractères ou de bits, traités comme une seule unité.

BOOLEEN.BOOLEAN. BOOLESCH

Résultat logique d'une opération de comparaison obeissant aux régles définies par BOOLE et développées en une véritable science du raisonnement et des réseaux de commutation.

BRANCHEMENT. BRANCH. VERZWEIGUNG

Interruption du programme et passage des commandes à une suite d'instructions selon le résultat d'une condition (opération logique).

.../..

CANAL. CHANNEL. KANAL

Ligne servant à la circulation des données entre les diverses unités d'un ordinateur ou d'un réseau de transmission .

CARACTERE. CHARACTER. ZEICHEN.

Chiffre , lettre ou signe, dont la machine reconnait le codage.

COBOL (COMMON BUSINESS ORIENTED LANGUAGE)

Langage spécialement étudié pour les problèmes de gestion.

CODE. CODE, KODE, SCHLUSSEL.

Groupe d'informations auquel une convention donne un sens particulier.

COMPTABILITE .COMPATIBILITY. AMPASSUNGSFAHIGKEIT

Les matériels et programmes d'un système donné peuvent être utilisés sans modification, avec un ensemble différent, généralement un ensemble plus puissant du même constructeur.

COMPILATEUR. COMPILER. COMPILER.

Programme de traduction transformant un programme rédigé dans un langage synthétique évolué, en un programme compréhensible pour un ordinateur.

CYCLE. CYCLE. ZYKLUS.

Durée élémentaire d'une opération de base. (lecture-écriture) dans les circuits de la mémoire centrale.

DIGITAL.DIGITAL. DIGITAL

Information discontinue, se prêtant à un comptage soumis aux régles du calcul numérique.

.../...

ECRIRE. WRITE. SCHREIBEN.

Enregistrement d'une information dans une mémoire.

EDITION .EDITION. AUFBEREITUNG.

Réarrangement de l'information en sortie, pour qu'elle réponde aux besoins de l'utilisateur (mise en page, visualisation..)

ENTREE. IMPUT. EINGAB E.

Transfert d'une information en provenance d'un organe externe et à destination d'une unité centrale, par extension , les informations ainsi transférées

FIABILITE.

Probabilité de bon fonctionnement, accordée à un composant ou à un ensemble , quant à la qualité et à la durée du service qu'il rend.

FICHIER. FILE. DATEI

Ensemble d'enregistrements de même type, utilisés comme données de base ou de sortie d'un programme.

FORMAT. FORMAT.FORMAT ou AUFBAN.

Arrangement de l'information en mémoire ou sur un imprimé.

FORTRAN. FORMULAN. TRANSLATION.

Langage spécialement étudié pour la représentation des formules mathématiques.

HARDWARE.

Tous les organes de l'équipement matériel d'un ensemble.

.../...

INDEX. INDEX. INDEX.

Registre contenant une valeur destinée à modifier une adresse.

INFORMATIONS.

Toute quantité ou texte alphanumérique , traitée de façon appropriée , qu'il s'agisse d'une donnée, d'une instruction, ou d'un résultat.

INFORMATIQUE

Expression reconnue par l'Académie Française en Mai 1966, pour désigner les techniques et applications du traitement de l'information.

INSTRUCTION. INSTRUCTION. BEFEHL.

Ordre élémentaire donné à une machine pour qu'elle exécute une opération bien définie.

INTERRUPTION. INTERRUPT. UNTERBRECHUNG.

Arrêt d'une séquence de programme pour passage à une autre séquence, en fonction d'une audition particulière.

INTERFACE (voir canal)

LANGAGE. LANGUAGE. SPRACHE.

Ensemble des codes et conventions permettant de représenter l'information.

LIRE. READ. LESEN.

Prélèvement d'une information contenue dans une mémoire.

LOGIQUE. LOGIC. LOGIK.

Science du raisonnement permettant de faire des choix, et de prendre des décisions.

.../...

MACRO. MACRO. MAKRO.

Instruction source provoquant l'insertion d'une série d'instructions ou même de tout un sous programme dans le programme résultant, avec indication éventuelle des adaptations nécessaires

MEMOIRE. STORAGE. SPEICHER.

Supports de l'information et dispositifs permettant de l'enregistrer , puis d'accéder à nouveau à l'information par répérage direct ou exploration séquentielle ou continue,

MODEN. MODEM. MODEM.

Bloc électrique modulateur/démodulateur, placé à l'entrée et à la sortie d'une ligne de transmission de données,

MODULARITE , MODULARITY. MODULBAUWEISE.

Conception ouverte d'un système, composé d'un nombre variable d'éléments de base, choisis selon les besoins dans une gamme de caractéristiques et de performances.

MOT .WORD. WORT.

Groupes d'informations unitaires pour les circuits de base de la machine. Leurs longueurs peuvent être fixes ou variables (Contenu d'une position de mémoire individuelle.).

MULTIPROGRAMMATION.MULTIPROGRAMMING.

Un seul ensemble traite simultanément plusieurs programmes indépendants sous la haute surveillance d'un programme d'exploitation .

OCTET. BYTE. BYTE.

Bloc de 8 bits, représentant 2 chiffres, un signe alphanumérique ou un nombre binaire.

.../...

OFF/ON LINE

Fonctionnement autonome ou asservi, (connecté) , d'un organe, par rapport à l'unité de commande d'un système.

OPERATEUR. OPERATOR. BEDIENER.

Agent surveillant le bon fonctionnement d'un ordinateur , ou exécutant des opérations sur une unité périphérique.

OPERATION. OPERATION. OPERATION.

Exécution d'une instruction , c'est à dire application de régles définies à des données appelées opérandes, afin d'obtenir un résultat constituant un transfert ou une modification.

ORDINATEUR. DATA PROCESSOR OU COMPUTER. DATENVERARBEITUNGS ANLAGE.

Ensemble de machines destinées au traitement (électronique) de l'information.

ORGANIGRAMME, FLOW CHART. ABLAUFPLAN.

Représentation graphique schématique d'un système , par un réseau de cases annotées ou symboliques.

PARITE. PARITY. PARITAT.

Méthode de contrôle automatique des codes binaires, dont les blocs élémentaires doivent être pairs, (ou impairs) . Toute parité contraire est forcément érronée.

PARTAGE DE TEMPS. TIME SHARING. GENEINSAME BENUTZUNG

Plusieurs personnes utilisent simultanément un même ordinateur à partir de pupitres indépendants.

.../...

PERIPHERIQUE, PERIPHERAL, PERIPHERE EINHEIT

Equipement séparé ou séparable de l'unité centrale, servant à l'entrée et à la sortie des informations traitées par celle-ci.

POSITION. POSITION. STELLE.

Place affectée à une information, à l'intérieur d'un groupe, ou d'une mémoire , identifiée par une adresse.

PRIORITE. PRIORITY. VORRANG.

Caractéristique d'un élément de programme , ou d'un organe de traitement qui doit être servi avant un autre.

PROGRAMME. PROGRAM. PROGRAMM.

Ensemble d'instructions ordonnées, nécessaires à l'exécution d'une suite d'opérations demandées à un système pour traiter un problème algorithmique.

PUPITRE. CONSOLE. STEUERPULT.

Tableau de commande , comportant souvent une machine à écrire, pour les interventions de l'opérateur et les réponses de l'ordinateur.

REGISTRE. REGISTER. REGISTER.

Section de la mémoire centrale affectée au rangement temporaire de résultats intermédiaires ou d'informations en instance d'exécution.

SAUT.JUMP. SPRUNG.

Modification,conditionnelle ou non, de la séquence d'instructions.

.../...

SIMULTANEITE, SIMULTANEITY. SIMULTANVERARBEITUNG.

Fonctionnement autonome simultané de plusieurs périphérique ; pendant que l'unité centrale exécute une opération interne à grande vitesse.

SOFTWARE. PROGRAMMAUSTRÜSTUNG .

Par opposition au Hardware, tout ce qui ne fait pas partie de l'équipement matériel d'un système, mais qui en facilite la programmation et l'exploitation.

SORTIE. OUTPUT. AUSGABE

Transfert d'une information en provenance de l'unité centrale, et à destination d'un organe externe. Par extension , les informations ainsi transférées.

SOUS PROGRAMME. ROUTINE. UNTERPROGRAMM.

Segments de programme groupant des suites d'opérations souvent utilisées avec ou sans modification, pour l'exploitation rationnelle du système (S.P. généraux, de service) ou dans le cadre des problèmes de l'utilisateur.

SYSTEME. SYSTEM. SYSTEM.

Notion vague, par conséquent très employée : Il faut donc préciser s'il s'agit d'un système de programmation , d'exploitation, de traitement...

TAMPON. BUFFER. PUFFER.

Mémoire intermédiaire qui relie la mémoire centrale et un périphérique, pour harmoniser leurs transferts d'information réciproques.

TEMPS-REEL. REAL TIME. ECHTZEIT.

Les informations relatives à un événement sont traitées, (entrées et sorties), en même temps que le déroulement de

../...

l'événement lui-même, sans plus attendre la constitution de lots préalablement classés.

TERMINAL. TERMINAL. DATENSTATION.

Terme général désignant l'équipement d'entrée (sortie) rattachant un utilisateur lointain à un ordinateur.

TIME-SHARING (Voir :Partage de temps).

TORE .CORE. KERN.

Noyau magnétique ayant la forme d'un anneau.

+

+ +

B I B L I O G R A P H I E

A) Généralités sur le traitement de l'Information.

I - Comprendre et Organiser le traitement automatique de l'information . (BERNARD J.) Dunod . 424p.

2 - L'exploitation partagée des calculateurs. (BERTIN-RITOUT et ROUGIER) .- AFIRO I967

3 - Organisation et Fonctionnement des machines arithmétiques. (BOUCHER) - Masson I965.

4 - Principes de programmation des ordinateurs (LAURET) Masson I967

5 - Avis et Rapports du Conseil Economique. Etude sur le rapport. (LHERMITE M.P.) J.O. du I4/3/68.

6 - Les Ordinateurs, l'analyse et l'organisation. (MARTZLOFF C.) Dunod. Réed.68 . 304 p.

7 - Introduction aux ensembles électroniques de gestion.- (MAUDUIT B.) Edit. d'organisation. Réed. 68. 244p.

8 - Principes des calculatrices numériques automatiques. (NASLIN P.) I965.

9 - Conception de la programmation des Ordinateurs. (ROSCOAT J. du) C.E. Bull-Masson. 372p.

IO - L'Utilisation des ordinateurs dans les entreprises Américaines .Enquête A.M.A. adaptée (VORAZ CH.) Entr. Moderne d'Edit. I968 - I24p.

II - Livre Blanc sur les ordinateurs, N° spécial de l'Expansion - 7/8/I968.

B) Electronique et Informatique médicale.

I - BARUCH J.J. "Hospital Automation via Computer Time Sharing " in stacy, R.W. and Waxman B. (eds):Computers in Biomedical Research New York Academic Press.Inc.vol.I 1965 pp 29I-315

.../...

2 - Baruch J.J. and Barnett G.O. Joint Venture at Massachusetts General Datamation 11: 29-34 (Dec) 1965.

3 - Caceres C.A.:Computer Analysis of Medical Signals Datamation 11:34-40 Dec. 1965.

4 - Collen MF, RUBIN M. and Davis L. : Computers in Biomédical Research, New York Academis Press. Inc. Vol 1 ;1965 pp. 339-353

5 - Collen MF. : "Machine Diagnosis From a Multiphasic Screening Project" Fifth IMB Médical Symposium Endicott, NY, October 1962, pp. 129-155.

6 - Un aspect de la Morbidité étudié à partir de la statistique des Causes de décès. (DAMIANI M.P.) Etudes et conjonctures.7/1967 p. 131 à I43.

7 - (Documenta Geigy.) L'automation en Médecine. N° Spécial de 1968.

8 - Notions d'Electronique appliquées à la biologie. (GERIN P.) Masson 1966. I72p.

9 - (GREMY) Experience d'enseignement programmé en hematologie. Hôpital St Louis. Ens. Progr. Q.C.M.

I0 - Attention "Analyses déjà demandées aujourd'hui" (KEMPF B FRESLON A. PERSNY B.) Techniques hospitalières 5/67 -8p.

II - L'Etude analogique de l'équilibre acido-basique. (LAIHENGUE J. et Dr DUVELLEROY) - Regards sur la France 6/66-P.301 à 306

12 - LAMSON B.C. "Computer Assisted Data Processing in Laboratory Medicine" in Stacy R.W. and Waxman B. Computers in Biomedical Research New York Academic Press, Inc.Vol 1. 1965 pp. 353-377.

I3 - Use of Computers in Biology an Médecine (LEDLEY R.) I965. 965p.

I4 - Bibliographie établie par l'O.M.S. pour le Séminaire de Londres (I7-2I Juin I968) sur l'utilisation des Ordinateurs dans les domaines de la Santé Publique. Document OMS -EURO 3092 du 27 Mai 1968.

I5 - Application des Calculateurs Electroniques en biologie et Médecine. (PAGES J. et GREMY). Automatisme 10/1964-8p.

.../...

I6 - Cybernétique de la Consultation. (PAYCHA F.) Gauthier Villars 1963.

I7 - Surveillance de paramètres vitaux (RIHORENZ) Electromédica 1. 1968. p. 1-5.

I8 - (SUCHET A.) Une Surveillance annuelle préventivz pour 20F. par sujet- L'USINE NOUVELLE N°7 du I5/2/68 p. 146.

I9 - Swalow K.P. and Price WT. Elements of Computer Programming, New York: Holt. Rinehart & winston, Inc..1965

20 - Electronique et Médecine (TREMOLIERES J.) Edit. Radio. 1967. 2261

C) Divers.

- International Institute of Médical Electronics and Biological Engineering, Paris, France, G.A. 3 April 1966. Report on Projects Using Computers in Médecine "The Interchange".

- La Place du Calculateur dans l'Hôpital de demain d'Ordre Electrique n° 490 Janv. 68 pp.78-79.

- La Télétransmission pour le traitement de l'Information dans les Hôpitaux- La vie collective -Juin 1966-p.997-I005

- NEW SYSTEMS RESEARCH WITH COMPUTERS .G.MC.CANN Science I8/6/65 p. 1565-1571.

- The Computer in Medicine Datomation Déc. 65 pp25-49.

- Computers in The World of Medicine Electronics Neekly 22 Fév. 68 p.8

- Information hospitalière à l'Institut Gustave Roussy Inform-Actualités n° 2 Sept. 68 Pf. 580/60 pp. 40-42.

- Biomedical Computer Applications AFIPS -SJCC 67 pp. 253-278 F 52

- Shock III A Computer System as an aid of the management of critically ill patients Cown of the ACM Mai 66 p. 355-357.

.../...

- The Computer as a Medical Assistant Electronics Weekly 9 Nov. 66.

- Medical Electronics - Electronics Weekly 26 Oct. 66 pp. 11 à 22.

- Electronics in Medicine -Electronics Weekly 24 Avril 1968.

- Colloque International sur l'Informatique Médicale 8-IO Mars 66 à Toulouse C.R. 365 pages Ff 6II

- Exploitation Nouvelle du Dossier Médical OI- Inform N° 21 IO Avril 1968 -P.45-51.

- Symposium de Cannes (IBM) Avril 68 2expériences Médicales (Annoncé dans Electronique-Actualités IO MAI 68 p. 9.

- Symposium sur l'Informatique Médicale et la Gestion Automatisée d'un hopital - Toulouse 5-7 Mars 1968. (Progr. détaillé OI-Inform. Actualités N° I8 Fév. 68 C.R. succunt OI- Inform. N° 23 Mai 1968 pp. 63-69)

- FLUX - Electronique, Médecine et Biologie. FLUX - N° Spécial N° 50 1967.

-:-:-:-:-

S E R M E N T

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes Chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Etre Suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine .Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés , et mon état ne servira pas à corrompre les moeurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobe et méprisé de mes confrères si j'y manque !

Vu, le Président de Thèse

Professeur J.BOYER.

Vu, le Doyen de la Faculté
de Médecine de PARIS,

Professeur G. BROUET

Vu et Permis d'Imprimer ,
Le Recteur de l'Academie de PARIS

Jean ROCHE.